

الدورية العالمية للعلوم / 24 سبتمبر 2020
nature
الطبعة العربية
أسئلة كوفيد
من انتقال الفيروس.. إلى استجابة الأجسام المناعية
ARABICEDITION.NATURE.COM
سبتمبر 2020 / السنة السابعة / العدد 64
ISSN 977-2314-55003
علم الجينوم
المرحلة الثالثة من موسوعة عناصر الحمض النووي
فيروس كورونا
التنبؤ بالمرحلة التالية من الجائحة
بديل قاعدي
إنزيم بكتيري ينجح في إدخال تعديلاتٍ على جينومات الميتوكوندريا

nature



التسويق والاشتراكات

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني
(j.giuliani@nature.com)
التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

NAE Riyadh office
Leaders Tower 1,
7853 takhassusi,
Al Olaya, Riyadh
12333 3214,
Saudi Arabia.

رسالة رئيس التحرير

إطلالة على آفاق العلوم

أهلًا بكم في عدد ربع سنوي جديد من دورية «*Nature* الطبعة العربية»، لنعرض لكم مختارات من أهم ما نُشر في دورية *Nature* الدولية خلال الفترة من يوليو إلى سبتمبر 2020، وإضاءات على آفاق تقدم العلوم.

يأتي هذا العدد بينما تستمر جائحة مرض "كوفيد19-" في السيطرة على اهتمام العالم أجمع، حيث تجاوز عدد الإصابات المؤكدة حتى كتابة هذه السطور 30 مليون حالة، فيما بلغ عدد الوفيات الناتجة عن الإصابة بالمرض 971 ألف حالة وفاة. لذا، اخترنا غلافًا لهذا العدد يقدم انطباع الفنان ديفيد إس. جوود سيل لفيروس "سارس-كوف- 2" المسبِّب للمرض في مجرى الدم، اعتمادًا على أحدث الصور الملتقطة باستخدام المجهر الإلكتروني لفحص العينة بالتبريد، حيث نعرض فيه مجموعة من الأخبار، والتحقيقات، ومقالات الرأي، وملخصات الأبحاث التي تتناول الجوانب المختلفة لهذه الجائحة التي غيرت وجه الأرض، بالإضافة إلى مواضيع علمية أخرى.

ففي قسم "أخبار في دائرة الضوء"، وتحت عنوان " ألغاز طبية لم تزل باقية بعد ستة أشهر من ظهور فيروس كورونا"، نتناول خمسة تساؤلات ملحّة حول مرض "كوفيد-19"، يعكف الباحثون على حلّها، من بينها تفاوت استجابة المرضى للمرض، وما إذا كان الفيروس طوَّر أي طفرات مقلقة، أم لا. ولا يفوتنا الحديث عن اللقاح الروسي لمرض "كوفيد-19"، الذي أثار جدلًا واسعًا حوله، لنتعرف على رأي الخبراء، وسبب توجسهم منه. كما نتعرف على إنزيم بكتيري غريب، يُمَكِّن الباحثين من دراسة أمراضٍ فتاكة، وربما علاجها، وذلك تحت عنوان "العلماء ينجحون في تعديل جينوم الميتوكوندريا بدقة لأول مرة".

ونستطلع في قسم التحقيقات "مستقبل جائحة فيروس كورونا الجديد"، كما يوضح العنوان، حيث يعكف الباحثون على وضع مجموعةٍ من السيناريوهات لتوقُّع المشهد في السنوات القليلة القادمة. ونتناول أيضًا الاستجابة المناعية البشرية ضد فيروس "سارس-كوف-2"، حيث يرى المتخصصون في علم المناعة المضادة للعدوى الفيروسية أنَّ نتائج الدراسات جاءت موافِقةً للتوقعات حتى الآن، ونتعرف على سبب ذلك في تحقيق بعنوان "على ضوء الاستجابات المناعية لفيروس كورونا: ما هي فُرص النجاح في التوصُّل إلى لقاح؟". ورغم كل الظروف الصعبة التي يعيشها العالم بسبب الجائحة، سادت المنطقة العربية في شهر يوليو الماضي حالة من الحماس، بعد أن نجحت دولة الإمارات العربية المتحدة في إطلاق أول بعثة فضائية عربية توجهت إلى كوكب المريخ. ونتعرف في تحقيق تحت عنوان "سباق الفضاء" على مزيد من التفاصيل عن قصة النجاح تلك، وكيف تمثِّل القفزة إلى المريخ نقطة انطلاق لمجال العلوم في دولة الإمارات العربية المتحدة.

ولأنَّ تأثير الجوائح لا يكون على الصحة فقط، يشرح مجموعة من الباحثين في قسم «التعليقات» كيف أن الآثار الاجتماعية والاقتصادية لمرض "كوفيد-19" يمكن أن تكون أشد وطأةً على النساء منها على الرجال، موضحين أنه ينبغي على الحكومات جمْع البيانات، وانتهاج السياسات التي تكفل سلامة المواطنين، وتوفير المأوى والأمن لهم جميعًا، دون تفرقة، وذلك تحت عنوان " دروس الماضي تخبرنا: النساء هنَّ الأكثر تضررًا من الجوائح".

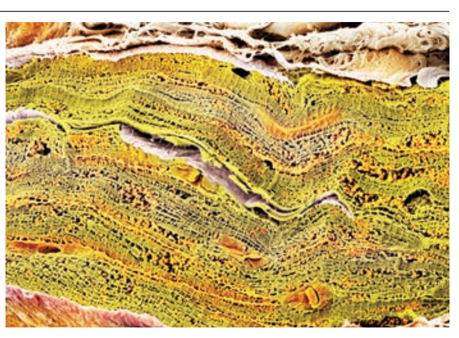
أما في قسم «كتب وفنون»، فتعرض شارون واينبرجر كتابًا عن الأسباب التي دعت عالِم الفيزياء النظرية الألماني الفذ، كلاوس فوكس، إلى طريق الخيانة والتعاون مع السوفييت، ونقل أسرار مكَّنتهم من تسريع وتيرة العمل على صُنع سلاحهم النووي إبَّان الحرب الباردة. كما تستعرض ألكسندرا ويتزي ممارسات العنصرية الممنهجة، والتحرش الجنسي، والتحيز المؤسسي، التي يضمّها فيلم وثائقي عن ثلاث باحثات صمدن ونجحن في مواجهة الصعوبات.

وفي قسم «أخبار وآراء»، يستعرض تشنج تشاو هون، وبيرو كارنينتشي المرحلة الثالثة من "مشروع موسوعة عناصر الحمض النووي" ENCODE، التي أنتجت القائمة الأشمل حتى الآن للعناصر الوظيفية التي تنظم التعبير الجيني لدينا. وتحت عنوان "وصفةٌ تقلب الموازين لإنتاج الأنيلينات"، تتناول فاليري إيه. شميدت بالشرح تفاعلًا كيميائيًّا جديدًا يَستخدم الضوء، واثنين من الفلزات الانتقالية الحفَّازة، لإنتاج المركّبات المعروفة باسم الأنيلينات، وهي من المكونات الرئيسة التي تدخل في صناعة المستحضرات الدوائية، والكيماويات الزراعية، والصبغات، والمواد الإلكترونية، والبوليمرات. كما يحاول ستانلي بيرلمان إزالة بعض الغموض المحيط بتباين الاستجابة المناعية لفيروس "سارس- كوف- 2"، من خلال استعراض ورقة بحثية نجحت في سد بعض الثغرات في معلوماتنا بخصوص هذا الاضطراب، وذلك تحت عنوان "كوفيد-19 يفجر أحد ألغاز الجهاز المناعي".

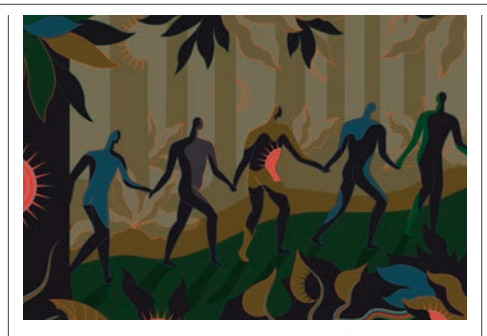
رئيس التحرير
علياء حامد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات



رقعة لإصلاح الأضرار الناجمة عن النوبات القلبية ص.12



مستقبَل جائحة فيروس كورونا الجديد ص.26

البحث عن خطةٍ للانسحاب من المجال الأكاديمي ص.61



أبحاث

أنباء وآراء



على الغلاف

أسئلة «كوفيد-19». تُظهِر صورة الغلاف تَصوُّرًا تخيُّليًّا لفيروس «سارس-كوف-2» SARS-CoV-2 في مجرى الدم، استنادًا إلى أحدث صورة ملتقَطة باستخدام تقنية الفحص المجهري الإلكتروني بالتبريد، حيث تظهر الأجسام المضادة المحيدة (باللون الأصفر) ملتصقة بالبروتين الشوكي الموجود على سطح الفيروس. يضم هذا العدد مجموعة من أهم الأبحاث التي تتناول الفيروس المتسبب في مرض «كوفيد-19»، والتي تتنوع ما بين ديناميكيات انتقال الفيروس التي يمكن أن تساعد في السيطرة على التفشي مستقبلًا، واستجابة الأجسام المضادة التي من شأنها أن توجه استراتيجيات العلاج. **صفحة 52، 55، 56، 58، 59**

صورة الغلاف:
David S. Goodsell, RCSB Protein Data Bank and the Scripps Research Institute.

ملخصات الأبحاث

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الدورية العالمية للعلوم / 24 سبتمبر 2020

nature

ماذا نعرف عن الجائحة؟

في أول افتتاحية، من سلسلة من افتتاحيات تعتزم *Nature* نشرها حول فيروس كورونا الجديد، نعرض لأبرز النتائج التي تمخَّض عنها سباق العلماء لإزالة الغموض المحيط بهذا الفيروس.

على مدى ثمانية أشهر، استحوذ فيروس كورونا الجديد "سارس-كوف-2"، ومرض "كوفيد-19" الذي يسببه هذا الفيروس، على اهتمام آلاف الباحثين، في جهدٍ عالمي غير مسبوق.

وسوف تُسلط دورية *Nature* الضوء -عبر سلسلة من الافتتاحيات- على أبرز النتائج العلمية التي كشفَتْ عن الخصائص الأساسية للمرض، والفيروس المسبِّب له، بما في ذلك الطُّرُق الجديدة للعلاج والوقاية. وتتناول هذه الافتتاحية كيفية اكتشاف الفيروس، وطرق انتقال العدوى، وتأثيراته المختلفة على جسم الإنسان.

فك شفرة الفيروس

عندما تفشَّى مرض مشابه للمتلازمة التنفسية الحادة الوخيمة (سارس) في مدينة ووهان الصينية، في نهاية عام 2019، اشتبه العلماء في انتقال فيروس جديد من الفيروسات التاجية (فيروسات كورونا) إلى البشر. وقد لوحظ ارتباط العديد من الحالات الأولى، التي أمكن التعرُّف عليها، بالتجول في سوق بعينه للحيوانات الحية في المدينة.

وشرع الباحثون في الصين في العمل على عزل الفيروس، وتحديد تسلسُله الجيني. عندما ظهر فيروس سارس الأصلي، المعروف الآن باسم "سارس-كوف-1"، وتبيَّن انتقاله إلى البشر في عام 2002، استغرق الحصول على تسلسُلٍ كامل لجينوم الفيروس شهورًا. أما هذه المرة، فقد مكَّن التقدم في تقنيات تحديد التسلسل الجيني العلماء من فك شفرة الحمض النووي الريبي (RNA) الخاص بالفيروس في غضون أسابيع من تاريخ ظهور الحالات الأولى.

ففي الحادي عشر من شهر يناير الماضي، قام يونج-تشن تشانج -من جامعة فودان، الواقعة في مدينة شنجهاي- وزملاؤه بإيداع تسلسل جينوم فيروس أمكن عزله من شخصٍ يبلغ من العمر 41 عامًا، كان يعمل في سوق الحيوانات المُشار إليه، في قاعدة بيانات عامة. وبذلك، نبَّهوا العالم إلى وجود فردٍ جديد من أفراد عائلة فيروسات كورونا، يرتبط بفيروس "سارس-كوف-1". وفي وقت لاحق، نشرت دورية *Nature* النتائج التي توصَّلوا إليها[1].

وعلى الرغم من أن فريق تشانج قد اعتمد في تحديد تسلسل الفيروس على مريض واحدٍ فقط، فإن الجهود البحثية لمجموعات أخرى، كانت تعمل بالتزامن مع هذا الفريق، قادت إلى تحديد الفيروس نفسه لدى أشخاص آخرين مصابين بالتهاب رئوي. وهكذا، جَزَمَ هؤلاء الباحثون كلهم بأن هذا الفيروس الجديد هو المسبِّب للمرض. كما توصَّل أحد الفرق البحثية، يقوده شي تشينجلي، الباحث بمعهد ووهان لعلم الفيروسات، إلى أنَّ أقرب الأقرباء المعروفين للفيروس الجديد هو واحد من فيروسات كورونا، يتخذ من الخفافيش عائلًا له[2].

ليس فيروسًا تنفسيًّا فقط

في الحادي عشر من فبراير الماضي، أوردت التقارير الأوَّلية عن المرض، الذي أُطلق عليه اسم "كوفيد-19"، أنه مرض تنفسي حاد، شبيه بالمرض الناجم عن الإصابة بفيروس "سارس-كوف-1". وأظهرت صور الأشعة على الصدر ظلالًا تتخللها بُقع -تُعرف باسم "عتامة الزجاج المصنفر"- في رئتي العديد من المرضى، وفقًا لما أفادت به الدراسات المبكرة الواردة من مستشفيات ووهان[3]. وإضافة إلى ذلك، لوحظ أن احتمالية الاحتياج إلى تلقِّي الرعاية الطبية في وحدات العناية المركزة ترتفع بين كبار السن، والرجال، والأشخاص المصابين بأمراض أخرى؛ فيما بدا أن إصابة الأطفال بالمرض أقل شدة[4].



سرعان ما تبيَّن أن "سارس-كوف-2" ليس فيروسًا تنفسيًّا فحسب".

وسرعان ما اتَّضح أن "سارس-كوف-2" ليس فيروسًا تنفسيًّا فحسب؛ إذ يمتد تأثيره إلى الأوعية الدموية كذلك، مما يتسبب في الإصابة بالجلطات[5]، والسكتات الدماغية[6].

وقد تبيَّن من تشريح جثث المتوفِّين من جرّاء الإصابة بمرض "كوفيد-19" وجود الفيروس في أعضاء أخرى غير الرئتين، تشمل الكلى، والكبد، والقلب، والمخ، وكذلك وُجِد في مجرى الدم[7]. والآن، بات من المعلوم أن أعراض المرض يمكن أن تشمل مضاعفات تصيب الجهاز الهضمي، والجهاز العصبي، والجهاز البولي، والقلب، والأوعية الدموية، وغير ذلك من المضاعفات[8].

شيءٌ في الهواء

لم يمضِ وقتٌ طويل، حتى تبيَّن أن فيروس "سارس-كوف-2" قادر على الانتقال بين البشر. وقد تنتقل العدوى عبر الاختلاط المباشر، أو غير المباشر؛ من خلال الرذاذ المنبعث من المريض أثناء السعال، على سبيل المثال، أو حتى عن طريق الزفير البسيط. والأمرُ الذي لم يتضح آنذاك -ولا يزال محل نِقاش إلى الآن- هو حجم قطيرة الرذاذ، التي يمكنها نقل العدوى، والمسافة التي يمكن أن تقطعها في الهواء.

إنّ القطيرات الأكبر سوف تسقط بسرعة على الأرض، أما القطيرات الأصغر حجمًا والأخف وزنًا -المعروفة بالهباء الجوي- فيمكن أن تبقى عالقةً في الهواء. إذن، فبإمكان الفيروس المحمول على مثل هذه القطيرات الصغيرة أن ينتقل لمسافة أبعد، ومن ثم، يزيد خطر نقل العدوى في الأماكن المغلقة، رديئة التهوية.

وقد كانت إمكانية انتقال فيروس كورونا الجديد عبر هذه الطريقة موضوع دراسة نُشرت في إبريل الماضي حول الديناميكا الهوائية لفيروس "سارس-كوف-2" في مستشفيين بمدينة ووهان[9]. ووجد الباحثون أن هناك أماكن بالمستشفيين المذكورَين، قد حَوَت تركيزات عالية نسبيًّا من الحمض النووي الريبي الفيروسي في قطيرات بحجم الهباء الجوي، بيد أنَّ الفريق لم يوضح ما إذا كانت تلك القطيرات قادرةً على إحداث العدوى، أم لا.

مرض خفيّ

مع بدء انتشار الفيروس في أنحاء العالم أجمع، كان هناك اعتقاد بأن الأشخاص قد ينقلون العدوى الفيروسية، وإنْ لم تظهر عليهم أيّ أعراض.

ففي شهر مارس الماضي، كشفت بيانات الباخرة السياحية "دايموند برينسس" أن 17.9% ممن كانوا على متنها، وجاءت نتائج فحوصهم إيجابية، ومن ثم تأكَّدت إصابتهم بمرض "كوفيد-19"، لم تظهر عليهم أيّ أعراض[10]. كان أكثر من 3700 شخص قد وُضعوا قيد الحجر الصحي على متن الباخرة في فبراير، بعدما اكتُشفت إصابة راكبٍ سابق بالمرض. وفي شهر إبريل، أظهرت دراسة، أُجريت على 94 شخصًا، أن "التناثر الفيروسي" –ويُقصد به إطلاق فيروس في البيئة– قد بلغ ذروته قبل ظهور الأعراض، أو بالتزامن معه[11].

ها قد قطعنا شوطًا لا بأس به في فهم نشأة الجائحة، وكيفية انتشارها في شتى أرجاء العالم؛ وذلك عن طريق دراسة خصائص الفيروس، وطرق انتقاله، وكيفية حدوث المرض. وفي الحلقات القادمة من هذه السلسلة من الافتتاحيات، سوف تتناول البحوث المعنية بطرق مكافحة هذا الفيروس، ونتعرَّض كذلك للتقدم المُحرَز على صعيد تطوير العلاجات واللقاحات.

1. Wu, F. *et al. Nature* **579**, 265–269 (2020).
2. Zhou, P. *et al. Nature* **579**, 270–273 (2020).
3. Huang, C. *et al. Lancet* **395**, P497–P506 (2020).
4. Lu, X. *et al. N. Engl. J. Med.* **382**, 1663–1665 (2020).
5. Ackermann, M. *et al. N. Engl. J. Med.* **383**, 120–128 (2020).
6. Oxley, T. J. *et al. N. Engl. J. Med.* **382**, e60 (2020).
7. Puelles, V. G. *et al. N. Engl. J. Med.* **383**, 590–592 (2020).
8. Gupta, A. *et al. Nature Med.* **26**, 1017–1032 (2020).
9. Liu, Y. *et al. Nature* **582**, 557–560 (2020).
10. Mizumoto, K., Kagaya, K., Zarebski, A. & Chowell, G. *Eurosurveillance* **25**, 2000180 (2020).
11. He, X. *et al. Nature Med.* **26**, 672–675 (2020).

nature

أمل جديد في عالَم خالٍ من الأسلحة النووية

بعد مرور خمسة وسبعين عامًا على قصف مدينتَي هيروشيما، وناجازاكي، تُجدِّد معاهدةٌ جديدة الأمل في عالَم خالٍ من الأسلحة النووية.

تحمل بداية شهر أغسطس ذكرى مشؤومة للمجتمع العلمي، ألا وهي الذكرى السنوية للهجوم الحربي النووي الأول- والوحيد على مدار التاريخ- حتى يومنا هذا.

ففي يومي السادس والتاسع من شهر أغسطس الماضي، مرت الذكرى الخامسة والسبعون على قصف مدينتَي هيروشيما وناجازاكي اليابانيتين في عام 1945، عندما أودى هذا الهجوم بحياة 200 ألف شخص في تلك البقعة. وإلى اليوم، لم يزل خطر الصراع النووي باقيًا مع وجود الأسلحة النووية بكميات كبيرة. ففي الوقت الراهن، تشتمل الترسانة النووية العالمية -التي يبلغ نصيب الولايات المتحدة وروسيا منها نسبة قوامها 90%- على حوالي 1335 طنًّا من اليورانيوم عالي التخصيب، و13,410 رؤوس حربية.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن الدبلوماسية النووية لم تُبْرِز لنا على مدار خمسين عامًا سوى أن الدول الممتلكة للأسلحة النووية ليست على استعداد للتخلي عن هذه الأسلحة بعد. صحيحٌ أنه قد أُحرز تقدم على صعيد الحد من مخزون الأسلحة النووية، بيد أن هذه الدول -في الوقت نفسه- تستثمر في عمليات تحديث ترساناتها، لتضمن بقاء هذه الأسلحة لوقت طويل من هذا القرن.

إذَن، ما الذي يمكن أن يقنِع الولايات المتحدة، وروسيا، وفرنسا، والمملكة المتحدة والصين، والهند، وباكستان، وإسرائيل، وكوريا الشمالية بالبدء في التجرد تمامًا من أسلحتها النووية، والتوافق على عدم تطوير هذه الأسلحة مرة أخرى في المستقبل؟

في هذا السياق، ثمة فكرة ربما حانت فرصة وضْعها في حيز التطبيق الآن، بعد أن ظلت قيد التطوير لسنوات، فبما أنه من المتوقع أن تصبح اتفاقية جديدة، هي "معاهدة حظر الأسلحة النووية" Treaty on the prohibition of Nuclear Weapons اختصارًا (TPNW)، قانونًا دوليًّا في العام القادم، يجب أن يساعد العلماء على إنجاحها.

ومن المهام العاجلة في سبيل تحقيق هذا النجاح إنشاء شبكة عالمية من الباحثين المتخصصين في مجالات مختلفة من العلوم والتكنولوجيا النووية، إذ يتعين على المعاهدة أن تضع آلية رسمية لتقديم الاستشارات العلمية في هذه المجالات. وقد قدمت مجموعات بحثية، أبرزها "برنامج العلوم والأمن العالمي" Program on Science and Global Security بجامعة برينستون في ولاية نيوجيرسي الأمريكية، المشورة لواضعي المعاهدة بخصوص جوانب مختلفة من العلوم النووية، مثل كيفية التأكد بدقة من تفكيك الأسلحة النووية بصورة نهائية، لكنْ ستكون هناك حاجة إلى تدابير يمتد تأثيرها إلى وقت أطول، ويستطيع بموجبها باحثون من دول مختلفة تقديم المشورة، وتلبية طلب تقديمها.

ونظرًا إلى أن العلاقات بين روسيا والولايات المتحدة قد تدهورت، فإن الشبكات العديدة الرسمية وغير الرسمية التي كانت تربط فيما مضى بين علماء الطاقة النووية في هاتين الدولتين صارت "شبه منعدمة" في الوقت الحالي، على حد قول إرنست مونيز؛ وزير الطاقة الأمريكي الأسبق والرئيس المشارِك لمنظمة "مبادرة التهديد النووي" Nuclear Threat Initiative، وهي مركز أبحاث مقره العاصمة الأمريكية واشنطن. لذا، من الضروري إنشاء شبكة عالمية جديدة؛ لضمان ألا تمثل الترسانات النووية تهديدًا، بالنظر إلى أن انعدام التواصل يزيد احتمالية وقوع الحوادث النووية، ونشوء سوء التفاهم، وهو ما يعزز خطر استخدام الأسلحة النووية.



السؤال المهم هو: إلى أيّ مدى ستشكل معاهدة حظر الأسلحة النووية فارقًا على صعيد سياسات الدول النووية؟"

ويُذكر أن "معاهدة حظر الأسلحة النووية" وافقت عليها 122 دولة غير نووية في عام 2017. ورغم ذلك، فإن الاستراتيجية التي استخدمت في وضع هذه المعاهدة، أسَّسها قبلها بعقد من الزمان الباحثون والناشطون بمعهد أكرونيم لدبلوماسية نزع السلاح، الذي يقع مقره في مدينة لندن، والمؤسسة الأسترالية التابعة له "رابطة الأطباء الدوليين لمنع نشوب الحرب النووية"، والرابطة النسائية الدولية للسِّلم والحرية، التي تتوزع مقارّها بين جنيف في سويسرا، ومدينة نيويورك، وحركة "هيباكوشا" HibaKusha اليابانية، للناجين من الهجمات النووية في عام 1945.

وقد تعاونت هذه الجهات معًا، لتأسيس ائتلافٍ أكبر، يُسمَّى الحملة الدولية لإلغاء الأسلحة النووية (ICAN)، وعملت مع علماء ودبلوماسيين من الأمم المتحدة، ومنظمات إنسانية، مثل الصليب الأحمر[1]. وأدرجت حوالي 40 دولة المعاهدة في قوانينها المحلية، وتجري مساعٍ لإقرارها أيضًا في المزيد من البرلمانات الوطنية.

وستصبح معاهدة حظر الأسلحة النووية بمنزلة قانون دولي بمجرد أن توقع عليها 50 دولة لتصبح قانونًا. وحينئذ، سيغدو من الصعب للأفراد (بمن فيهم العلماء)، التابعين للدول المشارِكة في المعاهدة، وكذلك الشركات (بما فيها البنوك)، لعب أي دور في تطوير تقنيات الأسلحة النووية، أو نشرها، على حد قول ريبيكا جونسون من معهد أكرونيم. ومن جهة أخرى، فإن دور العلماء الذين يعملون على تطوير تقنيات نزع السلاح لن يتأثر، لأنه مطلوب بشدة.

وقد استطاعت الدول غير النووية تعزيز قضيتها من خلال الاستعانة بآخِر النتائج التي توصل إليها الباحثون الذين يدرسون ظاهرة "الشتاء النووي" المحتملة، وهي ظاهرة يتوقع فيها العلماء أن يسود طقس شديد البرود في أعقاب الحروب النووية. وقد أظهرت الأبحاث الحديثة أن حربًا نووية صغيرة نسبيًّا بين الهند وباكستان قد تتسبب في هلاك المحاصيل الزراعية في عشرات الدول، وهو ما يترتب عليه تدمير الإمدادات الغذائية التي يستفيد منها أكثر من مليار شخص[2]. وكشفت أبحاث أخرى أن الشتاء النووي قد يغير كيمياء المحيطات تغييرًا جذريًّا، ويتسبب في أضرار بالغة للشعاب المرجانية، والنظم الإيكولوجية البحرية الأخرى[3].

ومن الأهمية بمكان أن القائمين على وضع المعاهدة تعمدوا تنظيم إجراءاتها التمهيدية، بحيث تتضمن عددًا مؤثرًا من الباحِثات والدبلوماسيات الإناث، وهذا غير معتاد في باقي الاتفاقيات النووية الأخرى. ونتيجة لالتزام الحملة الدولية لإلغاء الأسلحة النووية بمبادئ نشر المعرفة والمساواة والدبلوماسية، مُنحت الحملة جائزة نوبل للسلام في عام 2017.

والسؤال المهم هنا هو: إلى أيّ مدى ستشكل معاهدة حظر الأسلحة النووية فارقًا على صعيد سياسات الدول النووية؟ إذ لم تُوَقِّع أي مِن هذه الدول على المعاهدة؛ لكنها ستتأثر جميعًا بها، ويعود ذلك -في جزء منه- إلى أن المعاهدة تحظر على الشركات والأفراد من الدول الموقعة على المعاهدة المشاركة في تطوير الأسلحة النووية. ونظرًا إلى أن هذه المعاهدة هي اتفاق حكومي دولي، سيتعين على الدول التي تملك أسلحة نووية إرسال وفود لحضور اجتماعاتها، بغض النظر عن رغبتها.

إن معاهدة حظر الأسلحة النووية لهي إنجاز تاريخي، وثمة الكثير من الأعباء التي تقع على عاتقها في هذه المرحلة المبكرة من عمرها. ويظل تحقيق عالَم خال من الأسلحة النووية أمرًا من شأنه أن يستغرق عقودًا، لكنّ مشوار الألف ميل يبدأ بخطوة. والخطوة الضرورية الأولى هنا هي تغيير موازين القوى في عملية اتخاذ القرارات، بحيث تشترك الدول النووية والمجتمع الدولي بشكل أكثر مساواةً في هذه العملية.

1. Johnson, R. in *Nuclear Disarmament: A Critical Assessment* (eds Nikolas, B., Steen, V. & Njølstad, O.) 75–93 (Routledge, 2019).
2. Jägermeyr, J. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **117**, 7071–7081 (2020).
3. Lovenduski, N. S. *et al. Geophys. Res. Lett.* **47**, 3 (2020).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

العالم يتجه إلى كوكب المريخ

كيف تصل إلى كوكب آخر في الوقت الذي يعرقل فيه وباءٌ كوكبك.

ألقت البشرية أولى نظراتها عن كثب على كوكب المريخ في الخامس عشر من يوليو عام 1965، حينما تجاوزت مركبة الفضاء "مارينر 4" Mariner 4 -التابعة لوكالة ناسا- الكوكب الأحمر، والتقطت صورًا مشوشةً لسطح قاحل مليء بالفوهات. كانت هذه الصور هي اللمحة الأولى لكوكب آخر، كما تراءى من الفضاء.

وبعد مرور قرابة الـ55 عامًا، انطلقت 3 بعثات -طال انتظارها- إلى كوكب المريخ. ففي خضم أحداث تفشي جائحة كورونا، والتوترات الجيوسياسية المستعرة، تقدم هذه البعثات، التي انطلقت من الولايات المتحدة الأمريكية، والصين، والإمارات العربية المتحدة، رمزًا عميقًا لقدرة الدول على تجاوز مصائبها الأرضية، في سعيها الحثيث لسبر أغوار العوالم الأخرى، وفهم كنهها.

على مدار العقود المنصرمة، ومنذ إطلاق بعثة "مارينر 4"، أرسلت ناسا 19 بعثة إلى كوكب المريخ، أخفقت 4 منها. واليوم، تمتلك الوكالة ثلاث بعثات نشطة تدور حول الكوكب، وروبوتَين يُجريان تجارب على سطحه. أما آخِر بعثة أمريكية، وهي بعثة "بيرسفيرنس" Perseverance، التي أُطلقت في الثلاثين من شهر يوليو الماضي، فهي تهدف إلى الارتقاء بهذا الاستكشاف إلى المستوى التالي. سوف تدور هذه البعثة حول دلتا نهر عتيق في فوهة جيزيرو، بحثًا عن علامات على الحياة الماضية. والأهم من ذلك، أنها سوف تحفر الصخور المريخية، وتجمع عينات من الصخور والتراب في أثناء تنقلها. ويتمثل الطموح الأمريكي في إرسال بعثة مستقبلية تهبط في جيزيرو، وتلتقط هذه العينات الصخرية، وتأخذها إلى الأرض. وفي حالة حدوث ذلك، فستكون هذه العينات هي الأولى على الإطلاق التي تأتي من كوكب المريخ، وهي أشد ما يتوق الباحثون إلى تحليله.

ولا يقل الطموح الصيني عن هذا القَدْر. ففي الثالث والعشرين من شهر يوليو الماضي، أطلقت "إدارة الفضاء الوطنية الصينية" مهمة فضائية -مكونة من مركبة مدارية، ومركبة هبوط، وطوافة- يُطلق عليها "تيانوين-1" Tianwen-1، أو "البحث عن الحقيقة السماوية". ولم يُزَح الستار بعد عن تفاصيل كثيرة تتعلق بهذه المهمة، ربما خوفًا من الفشل، إذ حاولت الصين إرسال مركبة مدارية إلى كوكب المريخ في عام 2011، ولم تكلل جهودها بالنجاح، غير أنها نجحت مؤخرًا في تحقيق إنجازات مذهلة عديدة في الفضاء، منها سلسلة بعثات "مون" Moon، التي بلغت أوجها في العام الماضي في أول مهمة إلى الجانب البعيد من القمر. وربما حان الوقت لبكين أن تنجح في الوصول إلى كوكب المريخ.

وهناك أيضًا مهمة "الأمل" Hope، تلك المركبة المدارية التي أطلقتها وكالة الفضاء الإماراتية -التي أنشئت قبل ستة أعوام- إلى المريخ في الخامس عشر من يوليو الماضي، فيما يُعَد أول محاولة للسفر بين الكواكب تضطلع بها دولة عربية. وقد تم تطوير الكثير من تكنولوجيا هذه المركبة بالتعاون مع مهندسين سابقين في بعثات وكالة ناسا، الذين استعانت بهم وكالة الفضاء الإماراتية، لكنْ يقود الأسس العلمية للبعثة -في الأساس- باحثون إماراتيون ممثَّلون في فريق من المستكشفين الشباب النابضين بالحياة. وتهدف المهمة "هوب" إلى تصميم أوضح خريطة للطقس المريخي يمكن أن تُنتَج حتى الآن.

تم اختيار موعد إطلاق البعثات الثلاث جميعها، المقرر وصولها إلى كوكب المريخ في فبراير القادم، خلال شهر يوليو الماضي، حينما كانت الأرض والمريخ في أفضل موضعين لهما في مداراتهما لسفر المراكب الفضائية بينهما، وهو حدث لا يتكرر إلا مرة واحدة كل 26 شهرًا. وجدير بالملاحظة أن جائحة كورونا لم تعرقل سير عمل برامج هذه البعثات. وكان من المقرر أيضًا إطلاق مهمة رابعة إلى كوكب المريخ خلال هذا الصيف، لكن وكالة الفضاء الأوروبية أرجأت إطلاقها إلى عام 2022، بسبب تفشي الجائحة. وهو سبب من بين أسباب أخرى. واضطرت وكالة ناسا إلى استخدام بعض طائراتها الخاصة، لنقل المهندسين بين كاليفورنيا، وموقع إطلاق المهمة "بيرسفيرنس" في فلوريدا، نظرًا إلى توقف الرحلات التجارية. في تلك الأثناء، عجّلت كل من الصين والإمارات العربية المتحدة إنهاء مهمتيهما أثناء استشراء فيروس "كوفيد-19".



"رغم أن وكالة ناسا، ووكالة الفضاء الإماراتية تنتويان إتاحة البيانات الواردة من مهمتيهما للجمهور، تبقى سياسة البيانات الصينية غير واضحة."

جدير بالملاحظة أيضًا أن البعثات الثلاث لا تتنافس فيما بينها، رغم أن بعض المعلقين يطلقون على الحالة الراهنة للعلاقات بين الولايات المتحدة، والصين مسمى حرب باردة جديدة. وفيما هيمنت الحرب الباردة الأصلية بين الاتحاد السوفيتي، والولايات المتحدة على طموحات غزو الفضاء في كلتا الدولتين في عقود سابقة، فإن وكالات الفضاء اليوم تسودها علاقات أكثر تآزرًا إلى حد ما.

ومع ذلك، فرغم أن وكالة ناسا، ووكالة الفضاء الإماراتية تنتويان إتاحة البيانات الواردة من مهمتيهما للجمهور، تبقى سياسة البيانات الصينية غير واضحة. ومع أن الصين تواصل نشر مجموعات بيانات من مهمات "مون" التابعة لها. وقد أصدرت الدفعة الثالثة من البيانات المتعلقة بمهمتها في الجانب البعيد من القمر في الشهر الماضي، وحريّ بها أن تنضم إلى الركب، وأن تتعهد بنشر البيانات القادمة من بعثتها إلى كوكب المريخ أيضًا.

وفي حين تبدو العلاقات بين الحكومات على الأرض مشحونة بالصراع بدرجة غير مسبوقة، يتعين على الباحثين مواصلة سعيهم لتجاوز هذه التوترات الجيوسياسية. ويشمل ذلك ضمان استمرار التعاون الدولي في إطار هذه البعثات، وإتاحة البيانات للجمهور على وجه السرعة.

ومع نجاح جهود إطلاق هذه البعثات الثلاث بالنجاح واحدة تلو الأخرى على مدار شهر يوليو الماضي، فإننا سنبقى مترقبين؛ في انتظار أن يقطعوا مئات الملايين من الكيلومترات عبر الفراغ شديد البرودة في الفضاء، وأن يسترشدوا بالقيادة القادمة من الأرض من حين إلى آخر. وعندئذ، سوف يبدو كوكب المريخ الأحمر أكبر حجمًا، فيما يتضاءل حجم كوكب الأرض الأزرق. ومن المتوقع أن تصل البعثات في وقت مبكر من العام القادم إلى كوكب غريب، وفي الوقت ذاته مألوف للغاية، فيما نتابعهم نحن أيضًا عن كثب.

رؤية كونية



كتب بواسطة
نسرين إيه. علوان

الحصول على نتيجة سلبية من خلال فحص الإصابة بـ"كوفيد-19" لا يعني التعافي

يجب أن تتضمن سياسة مواجهة الجائحة وضع تعريف للعدوى الطفيفة، وطريقة لقياس شِدتها.

بعد مرور تسعة أشهر على اندلاع جائحة كورونا العالمية، ما زلنا نقيس آثارها من خلال تعداد الوفيات فقط، إذ تُصنَّف الحالات غير المودَعة في المستشفيات كحالات "طفيفة"، دون الحرص على متابعتها، ويُستدل على التعافي من المرض بالخروج من المستشفى، أو الحصول على نتيجة سلبية من خلال فحص الكشف عن الفيروس. ويُلاحظ أن مدى اعتلال صحة مَن صُنفوا على أنهم "تعافوا" من المرض يُغْفَل تقديره إلى حد كبير. وهذا في الوقت الذي تتجاهل فيه الإحصاءات على مستوى العالم ملايين الأشخاص الذين ما زالوا على قيد الحياة ممن أصيبوا بمرض "كوفيد-19"، ولم يخضعوا للفحوص اللازمة، أو يُودَعوا مستشفيات.

أما مَن كانوا يتمتعون بصحة جيدة قبل الإصابة بالفيروس، ويعانون الآن استمرار أعراضٍ، مثل الشعور بثقلٍ في الصدر، وضيق التنفس، وآلام العضلات، وخفقان القلب، والإرهاق، مما يمنعهم من العودة إلى أعمالهم، أو مزاولة الأنشطة البدنية، أو رعاية مَن حولهم، فما زالوا يُصَنَّفون ضمن المصابين بحالات "طفيفة" من المرض. وتُظهِر البيانات المستخلَصة من أحد تطبيقات الهواتف الذكية، صُمم لتتبُّع الأعراض في المملكة المتحدة، أن واحدًا -على الأقل- من كل عشرة أشخاص أبلغوا عن إصابتهم بالفيروس يعاني المرض لفترة تتجاوز ثلاثة أسابيع. والأعراض التي تستمر لعدة أسابيع، وتُضْعِف الوظائف المعتادة للجسم، ينبغي ألا تصنَّف على أنها أعراض طفيفة.

يجب أن تكون عملية البت في التعافي من "كوفيد-19" وقياس درجته أكثر تعقيدًا من مجرد التحقق من خروج المريض من المستشفى، أو من حصوله على نتيجة سلبية من خلال فحص العدوى النشطة، أو على نتيجة إيجابية من خلال فحص الأجسام المضادة. فعند وَضْع تعريف للتعافي، سيغدو بإمكاننا التمييز بين حالات "كوفيد-19" التي تزول آثارها سريعًا، وصورة المرض التي تستمر لفترات أطول.

> **"عند وضع تعريف للتعافي، سيغدو بإمكاننا التمييز بين حالات "كوفيد-19" التي تزول آثارها سريعًا، وصورة المرض التي تستمر لفترات أطول".**

وقد عانيتُ في أواخر شهر مارس الماضي بعض أعراض "كوفيد-19"، ومنها: الحمى، والسعال، واضطراب الجهاز الهضمي، وآلام الصدر والساق، لكنْ لم يكن يخضع وقتها للفحص الطبي سوى المرضى الذين يُودَعون مستشفيات. ومنذ ذلك الحين، مررت بأيام عصيبة، شعرت فيها بأعراض المرض، ثم مررتُ بأيام تحسنت فيها حالتي، ثم بأيام مرهقة تدهورَت فيها صحتي، وهو ما جعلني أندم على أي نشاط مارسته عندما بدأتْ حالتي في التحسن، مثل المشي لمسافات قصيرة.

إنّ عزائي فيما أعيشه الآن هو أنني لا أمر بهذه التجربة وحدي، فثمة الكثيرون ممن لم تَعُد حالتهم الصحية كسابقتها قبل الإصابة، حتى بعد شهور من بداية ظهور الأعراض، فالأعراض المتقلبة مثل تلك التي أعاني منها شائعة بين هؤلاء المصابين.

ورغم أن العاملين في القطاع الطبي والباحثين يملكون تصورًا عن الأشخاص الأكثر عرضة للوفاة من جرّاء مرض "كوفيد-19"، فإننا لا نعرف مَن الأكثر عرضة للإصابة باعتلال الصحة لفترات طويلة بعد العدوى، سواء تلك العدوى التي يصاحبها ظهور أعراض، أم التي لا تصاحبها أعراض. أما الفكرة التي ترمي إلى قبول انتشار درجات معينة من الإصابة في المجتمع، مع السعي لحماية الأشخاص الأكثر عرضة للخطر، فستغدو عقيمة، إذا لم نضع في اعتبارنا آثارها على الصحة ومعدل الإنتاجية، بوصفهما من تداعيات الإصابة بالمرض، إلى جانب الوفاة.

بدأ الباحثون في متابعة حياة المصابين بـ"كوفيد-19" بعد مغادرتهم المستشفيات، لكن ما زال هناك قصور في تحديد مدى اعتلال الصحة، المرتبط بهذا المرض، وتوصيفه لدى أولئك الذين لم يُودَعوا مستشفيات. وعواقب التهاون في تحقيق ذلك وخيمة، إذ قد لا يرى بعض الأشخاص -وخاصة الشباب والأصحاء- ضرورة لاتباع الإجراءات الوقائية، لأنهم يتوقعون ظهور أعراض تشبه أعراض الإنفلونزا، تستمر -في أسوأ الأحوال- لأيام قليلة، لا أكثر، مما قد يؤدي إلى حرمان المرضى من الرعاية التي يحتاجون إليها، وكذلك عدم تقدير التكاليف البشرية والاقتصادية الحقيقية للجائحة تقديرًا صحيحًا.

لنبدأ بمثال مُبسَّط، فمع الأمراض الفيروسية الشائعة الأخرى -مثل الإنفلونزا- نتوقع أن التعافي يعني استعادة الحياة الطبيعية، والقدرة الوظيفية، اللتين تمتع بهما المريض قبل الإصابة بالمرض. وهذا يعني أنه تجب علينا متابعة جميع من ثَبَتت إصابتهم بـ"كوفيد-19" (عن طريق الفحوص)، أو الذين تُحتمَل إصابتهم بالمرض بدرجة كبيرة (استنادًا إلى الأعراض). كما تجب معرفة ما إذا كان هؤلاء المرضى قد عاودوا أنشطتهم بصورة طبيعية في غضون فترة زمنية محددة من ظهور الأعراض عليهم.

ويجب أن يشمل تعريف "التعافي" مدة الأعراض، ومدى تقلبها، وشِدتها، بالإضافة إلى القدرة على أداء الوظائف، واستعادة الحياة الطبيعية. ويجب أن يُصنَّف كل شخص تظهر عليه الأعراض على أنه "حالة مرضية"، إلى أن يستوفي معايير التعافي، أو توافيه المنية. تلك هي المبادئ الأساسية التي يرتكز عليها علم الأوبئة، ونحتاج فقط إلى تطبيقها على هذه الجائحة.

ولفِعْل ذلك، يجب تحديد مَن أصيب بالعدوى في المقام الأول. ففي حال غياب الفحوص، أو عدم دقتها، يجب تزويد الأطباء بمعايير عامة وبسيطة يسترشدون بها في تشخيص المصابين بـ"كوفيد-19". وتُعَد الدراسات التي تميز الأعراض النموذجية على مستوى السكان نقطة انطلاق جيدة في هذا الصدد.

ومع الصعوبات التي تواجهها بالفعل أنظمة الرعاية الصحية، وأنظمة متابعة الحالات ورصدها في التأقلم مع الجائحة، لا يُعَد قياس التعافي مهمة سهلة. لذا، فمن المنطقي إنشاء سجلات مرضية، على غرار سجلات داء السرطان، لمتابعة حيوات المرضى بمرور الوقت، وتسجيل أحوالهم الصحية. ويمكن تحقيق ذلك بإجراء فحوص سريعة، شهرية أولًا، ثم سنوية لاحقًا، لدى مقدمي الرعاية الصحية. وفي حال عدم إمكان إعداد سجلات على مستوى كل بلد بالسرعة الكافية، يمكننا البدء في إعداد سجلات محلية.

وفيما يخص جهود متابعة الحالات ورصدها، يجب على وكالات الصحة العامة إعطاء الأولوية للاتفاق على معايير لتعريف التعافي، وعلى شكل الأنظمة التي يمكن فيها تنفيذ هذه المعايير. كما يجب علينا إجراء أبحاث متابعة الحالات ورصدها، بالاستناد إلى الدراسات التي تتناول الخصائص التي تميز أولئك الذين يعانون اعتلال الصحة لفترات طويلة. ويجب علينا أيضًا أن نتعلم كيفية تحديد الفئات الأكثر عرضة للإصابة، وحمايتها.

يحتاج الفِكْر القاصر، الذي يتعامل مع الوفاة باعتبارها النتيجة السيئة الوحيدة للإصابة بـ"كوفيد-19"، إلى أن يتطور ويتسع ليشمل الأشخاص الذين يُضْعِف المرض من صحتهم ومقدرتهم، وإنتاجيتهم، ويضطرهم للعيش مع آلام أكثر حدّة. وكل هذا يعني أننا بحاجة إلى نظام أفضل لمتابعة الحالات ورصدها. وتُعَد الخطوة الأولى الأساسية لتحقيق ذلك هي وضع تعريفات واضحة وشاملة للتعافي، وشدة الإصابة بـ"كوفيد-19".

نسرين إيه. علوان
أستاذ مساعد في قسم الصحة العامة بجامعة ساوثهامبتون في المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: n.a.alwan@soton.ac.uk

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

رؤية كونية

كتب بواسطة
نضال قسوم

من أجل توسيع فائدة مشروع مسبار الأمل وبرامج الفضاء العربية

إنّ مسبار المريخ الإماراتي هو مجهود تاريخيّ مذهل، ولكنْ بإمكانه أن يمثّل نقطة تحوّل نوعيّة فعلًا.

مع انطلاق مهمة "مسبار الأمل" إلى المريخ، الذي انطلق مساء يوم 19 يوليو 2020 (بالتوقيت العالمي)، استطاعت الإمارات العربية المتحدة أن تخط اسمها بجرأة وسط قائمة الدول التي ترتاد الفضاء، لأنّ تخطيط وتنفيذ مثل هذه المهمّة في غضون ستّ سنوات فقط لهو إنجاز رائع استحوذ على اهتمام ومخيّلة الناس في المنطقة. وهذا الأمر يوجب على جامعات العالم العربيّ كلّها أن تكون على أهبة الاستعداد لتحقيق أقصى استفادة مما يوشك مسبار الأمل أن يزوّدها به من فرص. وفي الوقت الحالي، نجد أن الغالبية العظمى من الشباب الشغوفين ممن تابعوا إطلاق المسبار عبر الإنترنت وعلى هواتفهم الذكية، وراقهم الولوج في درب علوم الفضاء، سوف يضطرّون إلى دراسة ذلك في الخارج، إذا قرروا التخصص في هذا المجال، لمّا كان العالم العربيّ لا يوفّر إلا فرصًا تعليميّة قليلة في مجالات الفيزياء الفلكية، أو علوم الفضاء.

في الوقت الحاضر، لا يوجد في دول العالم العربي الاثنتين والعشرين إلا أربعة برامج جامعيّة في علم الفلك، أو علوم الفضاء، أو الفيزياء الفلكية، بل ويوجد عدد أقلّ في برامج الدراسات العليا. وبصفتي أستاذًا في الفيزياء وعلم الفلك، اعتدتُ على رؤية غالبية الطلاب يغادرون بلداننا العربية لمتابعة دراساتهم العليا في العلوم التطبيقية غالبًا، وليس في العلوم الأساسيّة، مثل الفيزياء الفلكيّة. وإذا تمكّن مشروع مسبار الأمل من تغيير هذا التوجّه، فسوف يكون إنجازًا أكبر وأطول أمدًا واستدامة من الوصول إلى كوكب المريخ وإجراء أبحاث عالية الجودة هناك.

في وقت سابق من شهر يوليو الماضي، شاركتُ في ندوة بعنوان "لماذا تُنفَق الأموال على علوم الفضاء؟" في مؤتمر الأبحاث والابتكار، الذي عقدته مؤسسة فاي للعلوم بعمان، الأردن، وكانت هذه الندوة تركز على العالم العربيّ. لم تكن مناقشة هذا الموضوع هي الأولى من نوعها، ولن تكون الأخيرة. ورغم أنّ مسبار الأمل قد شحذ فكرة استكشاف الفضاء، ولم تنجح في ذلك أي فعالية غير سياسية في الماضي القريب، فإنّني مضطرٌّ دائمًا للدّفاع عن حاجة الدول العربية إلى الإقدام على علوم الاستكشاف، التي لا يوجد فيها تطبيق مباشر، أو لا تعود بفائدة ماديّة مباشرة وسريعة على حياتنا. وحتى عندما أشير إلى أنّ ميزانيات مشروعات الفضاء تتضاءل، بالمقارنة بالميزانيات العسكرية، أو الإنفاق الشخصيّ الترفيّ، فإنّ الردّ الذي أتلقاه كثيرًا هو: "إن الخطأ لا يعالج الخطأ"، فإذا أردنا توسيع ونشر الاهتمام بعلوم الفلك والفضاء في عالمنا العربي، فإننا سنحتاج إلى تناول هذا الطرح النفعي السائد. وهكذا، شئنا أم أبينا، أشعل مسبار الأمل هذا الجدل مجددًا، مهما حاولنا فَضَّهُ.

وإذ أطلق الرئيس الأمريكي جون كينيدي خطابه الشهير في عام 1962، الذي كان بعنوان "اخترنا الذهاب إلى القمر لكونه تحديًا كبيرًا"، ثم تم تتويج ذلك بالهبوط على سطح القمر في يوليو 1969، فكانت نتيجته الأكبر أنه ألهم ملايين الأمريكيين، ودفع الآلاف إلى التوجّه إلى العلوم. وكرر التاريخ نفسه عندما صرّح رئيس الوزراء الإماراتي محمد بن راشد آل مكتوم في عام 2014 أن "الوصول إلى المريخ هو تحدّ كبير.. واخترنا هذا التحدي، لأن التحديات الكبيرة تحرّكنا، وتدفعنا، وتلهمنا. ومتى ما توقفنا عن خوض تحديات أكبر.. توقفنا عن الحركة إلى الأمام". وهكذا، إذا نجح مسبار الأمل في الوصول إلى المريخ، فسوف تكون هذه نقلة نوعية في منطقة تجذب فيها الوظائف في الجيش أو القطاع العام -في الغالب- كثيرًا من الشباب، حيث الرواتب أفضل مما يحصل عليه العاملون في القطاعين الأكاديميّ، والخاص، اللذين تكون ظروف العمل فيهما مرهقة وغير مضمونة.

ولخلق وعي جديد لدى الجيل الناشئ، يقوم أفراد فريق مشروع مسبار الأمل بإنشاء العديد من برامج التوعية والتشجيع للشباب، كي ينخرطوا في علوم الفضاء والفلك. وخلال زياراتهم العديدة للمدارس والجامعات، وعروضهم الفضائية الملهمة، يشجّعون الطلاب على النظر في الانخراط في أبحاث وتكنولوجيا الفضاء، أو العلوم الأخرى، إضافةً إلى ما يفعلون تجاه الجمهور العام عبر وسائل الإعلام التقليدية، ومنصّات التواصل الاجتماعيّ.

إنّ هذه أمور مهمّة، ولكنْ هناك الكثير جدًّا الذي يتعيّن القيام به في الجامعات ومراكز البحوث. فالآن، وقد أقامت ستّ دول عربيّة وكالات فضائيّة، فبالتالي ليس عصيًّا عليها إنشاء أقسام وبرامج بالجامعات في علم الفيزياء الفلكية، بالإضافة إلى علوم الفضاء التطبيقية، مثل الاستشعار عن بعد. ولضمان ازدهار هذه العلوم، يتوجب على كلّ دولة عربيّة إنشاء مرصد فلكيّ واحد على الأقل، يستخدمه الطلاب والباحثون محليًّا[1،2]. فواقع الحال يشهد أنّ العالم العربيّ لم يدشّن تليسكوبًا جديدًا يزيد قطره عن متر واحد منذ أكثر من 50 عامًا، وإنْ كان قد تم تثبيت تليسكوبات بقُطْر 50 سم هنا وهناك مؤخّرًا.

إنّ المراصد الفلكية المخصّصة للأبحاث ليست باهظة الثمن، حيث لا تتجاوز كلفة إنشائها عشرات من ملايين الدولارات، وفي المقابل تقدّم فرصًا عظيمة للإنتاج العلميّ، مثلما أظهر مرصد أوكايمدن Oukaimeden، الذي تم بناؤه حديثًا في المغرب[3]. فقد شارك الباحثون هناك في اكتشاف نظام خارج المجموعة الشمسية، يتألف من سبعة كواكب، تضاهي في حجمها حجم كوكب الأرض[4]، كما وثّقوا اكتشاف مذنّبات وكويكبات قريبة من الأرض[3]، وساعدوا في تحديد مواصفات المذنّب بين النجمي "بوريسوف"[5] Borisov الذي مرّ عبر النظام الشمسيّ في عام 2019، وغير ذلك من الإنجازات العلمية.

إنّ مشروع مسبار الأمل الذي أطلقته الإمارات لاكتشاف المريخ يمكن أن يكون نقطة تحول حقًّا، ولكنْ لتحقيق ذلك بالكامل، فإننا نحتاج إلى بناء شبكة قويّة في علوم الاستكشاف، وفي قطاع التعليم عبر العالم العربيّ بأسره.

دعونا ننتهز هذه الفرصة التاريخية لبناء قدرات علوم الفضاء في الجامعات، والمراصد، ومراكز البحوث في العالم العربي، ونشجع الجميع -عربًا، وغير عرب أيضًا- على التعاون من أجل إثبات للطلاب والباحثين الشباب في المنطقة أن السماء ليست سقفًا.

> "إنّ مشروع مسبار الأمل الذي أطلقته الإمارات لاكتشاف المريخ يمكن أن يكون نقطة تحول حقًّا"

نضال قسوم أستاذ الفيزياء وعلم الفلك بالجامعة الأمريكية في الشارقة (الإمارات العربية المتحدة).

1. Guessoum, N. *Nature* **498**, 161–164 (2013).
2. Guessoum, N., Alsaeed, N. & Abdelhafez, N. *The Observatory* **134**, 339–347 (2014).
3. Gillon, M. *et al. Nature* **542**, 456–460 (2017).
4. Benkhaldoun, Z. *Nature Astron.* **2**, 352–354 (2018).
5. Opitom, C. et al. *Astron. Astrophys.* **631**, L8 (2019).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أضواء علي الأبحاث

زيادة في مستويات غازٍ دفيء بسبب الطلب على الطاقة

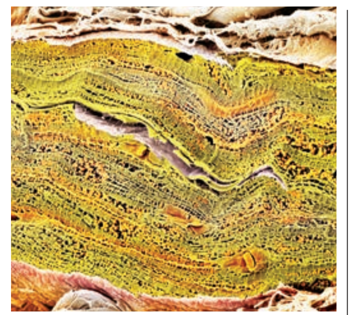
يشهد الغلاف الجوي زيادةً سريعة في مستويات غاز سادس فلوريد الكبريت، وهو أحد غازات الدفيئة، ويتّسم بتأثيره القوي على ظاهرة الاحترار العالمي. ويرجع جانبٌ من هذه الزيادة إلى النمو المطّرد في صناعة الطاقة الكهربية في قارة آسيا.

يُستخدم غاز سادس فلوريد الكبريت في المعدات الكهربية، مثل قواطع الدارات الكهربية، والمُحوِّلات. ويُعَد أقوى غازات الدفيئة الستة، التي يُنظِّم إنتاجَها بروتوكول كيوتو، المُوقَّع في عام 1997، حيث إنَّ انبعاث طن واحد من هذا الغاز في الغلاف الجوي يسبب احترارًا يفوق ما يسببه انبعاث طن واحد من ثاني أكسيد الكربون بحوالي 23,500 مرة. ويُلزِم هذا البروتوكول بعض الدول بخفض انبعاثات غازات الدفيئة. والحق أن دولًا عدَّة أفادت بأنَّها قد خفَّضت انبعاثاتها من غاز سادس فلوريد الكبريت، غير أنَّ دراسةً حديثة، أعدَّها الباحث بيتر سيموندس -في جامعة بريستول بالمملكة المتحدة- وزملاؤه، تتبَّعَتْ الانبعاثات السنوية من الغاز خلال الفترة بين عامي 1978، و2018، استنادًا إلى قياساتٍ حصل عليها الباحثون من شبكةٍ عالمية لمَواقع متابعة جودة الهواء، بالإضافة إلى عينات هواء قديمة محفوظةٍ في الأرشيفات.

وتبيَّن للباحثين أنَّ الانبعاثات السنوية من الغاز قد ارتفعتْ في الفترة ما بين عامي 2008، و2018 بنسبة 24% تقريبًا، لتصل إلى حوالي 9 آلاف طن سنويًّا. وتعكس هذه الزيادة ارتفاعًا في الطلب على المعدّات الكهربية، لا سيَّما في البلدان غير المُلزمة ببنود بروتوكول كيوتو.

Atmos. Chem. Phys. **20**, 7271–7290 (2020)

UNIVERSAL HISTORY ARCHIVE/UNIVERSAL IMAGES GROUP VIA GETTY



رقعة لإصلاح الأضرار الناجمة عن النوبات القلبية

قد تنجح "رقعةٌ قلبية" مُصمَّمة بتقنية الطباعة الحيوية ثلاثية الأبعاد في إصلاح الأضرار الناجمة عن النوبات القلبية.

يؤدي احتشاء عضلة القلب (أو النوبة القلبية) إلى تلفٍ دائم في الخلايا العضلية القلبية، التي تتألف منها عضلة القلب (موضحة بالصورة). ويحرص الباحثون على إيجاد سُبُل لإصلاح هذا التلف، باستخدام خلايا عضلية قلبية مخلَّقة في المختبر من خلايا جذعية، لكن تبيَّن أنَّ إدماج هذه الخلايا في القلب ليس بالأمر السهل.

لذا، لجأت الباحثة ليدجي جرايس تشانج -من جامعة جورج واشنطن في العاصمة الأمريكية واشنطن- وزملاؤها إلى الطباعة الحيوية ثلاثية الأبعاد، لإنتاج رقع من سقَّالات هلامية قابلة للتمدُّد، تُطابِق انحناءات القلب وثناياه، وقابلة للتمدد والانكماش مع خفقانه. وبعد ملء تلك الرقع القلبية بالخلايا العضلية القلبية المخلَّقة من الخلايا الجذعية، ثبَّتها الباحثون على قلوب فئرانٍ نجت من نوع تجريبي من حالة احتشاء عضلة القلب.

وبعد مُضيِّ أربعة أشهر، كانت الرقع لا تزال مُثبَّتةً على القلوب النابضة للفئران، كما لوحظ تدفُّق الدم إليها، إضافةً إلى أنها حفَّزت تكوُّن عضلة القلب. وهكذا، توفر هذه الرقعة وسيلةً ممكنة للعلاجات التي تستهدف إصلاح تلف القلب.

Sci. Adv. **6**, eabb5067 (2020)

التجمُّد حتى الموت: الغلاف الجوي لبلوتو يضمحل تدريجيًّا

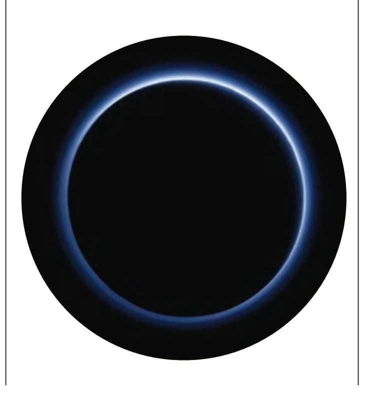
يبدو أنَّ الغلاف الجوي لكوكب بلوتو يضمحل بسرعةٍ أكبر بكثير مما تَوَقّعها العلماء. فعند الحواف الباردة للمجموعة الشمسية، يتكون الغلاف الجوي الرقيق لكوكب بلوتو، نتيجةً لتبخُّر الجليد النيتروجيني وغيره من أنواع الجليد الأخرى على سطح الكوكب بفعل دفء ضوء الشمس. ونتيجةً لذلك، يزداد الغلاف الجوي كثافة، وترتفع درجة حرارته عندما يقترب الكوكب من الشمس.

ومنذ عام 1989، والكوكب آخذٌ في الابتعاد عن الشمس. وقد توقع العلماء اختفاء غلافه الجوي بأكمله تقريبًا مع زيادة برودته، غير أنَّهم لم يرصدوا حدوث ذلك بعد.

وفي دراسةٍ حديثة، تمكَّن فريقٌ تقوده الباحثة كو أريماتسو بجامعة كيوتو في اليابان من دراسة الغلاف الجوي للكوكب، عن طريق رصده أثناء مروره أمام نجم بعيد في شهر يوليو من عام 2019. وقد تسنَّى للفريق -من خلال ذلك "الكسوف" النادر- قياس كثافة الغلاف الجوي للكوكب أثناء مروره أمام ذلك النجم.

وخلُص الباحثون إلى أنَّ ضغط الغلاف الجوي للكوكب قد انخفض بمقدار الخُمس عما كان عليه في عام 2016، وهي آخِر مرة قاسه فيها العلماء أثناء حدوث كسوف سابق، غير أن الفريق يوصِي بإجراء مزيدٍ من عمليات الرصد، لتأكيد تلك النتيجة، إذ كان من المُفترض -وفقًا للنماذج المعمول بها- أن ينخفض الضغط بحوالي 1% فقط خلال تلك الفترة.

Astron. Astrophys. **638**, L5 (2020)



NASA/JHUAPL/SWRI

GETTY

نقل الدم قد يكافئ ممارسة الرياضة في تعزيزها لصحة المخ

تُعَدّ ممارسة الرياضة مقوِّمًا أساسيًّا للصحة الجيدة، غير أنَّ التمتُّع بشيخوخةٍ صحية قد لا يستلزم بالضرورة عناء التريُّض على آلة المشي، على سبيل المثال. فقد اكتشف باحثون أنَّ حقْن الفئران ذات النشاط البدني المنخفض بدماءٍ مأخوذة من فئرانٍ نشطة يمكن أن يُكسِبها الفوائد الإدراكية ذاتها التي تعود عليها من ممارسة الرياضة بانتظام.

ففي دراسةٍ أجراها الباحث سول فيليدا من جامعة كاليفورنيا بمدينة سان فرانسيسكو مع زملائه، أتاحوا أجهزةً رياضية لفئران مُسنَّة لمدة ستة أسابيع، ثم حلَّلوا أدمغتها ومهاراتها الإدراكية، وكذلك أدمغة ومهارات فئرانٍ مُسنَّة أخرى قليلة الحركة، من بينها فئران نُقِلَت إليها بلازما من فئرانٍ نشطة. وتبيَّن أنَّ الوظائف الإدراكية للفئران المسنَّة قد تحسَّنت في حالتي ممارسة الرياضة، ونقل بلازما الدم، اللتين حفَّزتا أيضًا تكوين خلايا عصبية جديدة في منطقةٍ من الدماغ تسهم في أداء وظائف التعلُّم والذاكرة.

كما كشف الباحثون عن بروتين يُسمَّى GPLD1، يوجد بمستوياتٍ عالية في الكبد، ربما يكون هو المسؤول عن تأثيرات نقل بلازما الدم على وظائف الدماغ، إذ تبيَّن أنَّ ممارسة الرياضة أسهمت في زيادة مستويات هذا البروتين في الدم لدى كل من الفئران البالغة، والمُسنِّين من البشر، إضافةً إلى أنَّ زيادة إنتاجه في أكباد الفئران منخفضة النشاط البدني حسَّنت من أدائها في اختبارات الذاكرة والتعلُّم.

وهكذا، يخلُص الباحثون إلى أنَّ هذه النتائج تشير إلى إمكانية نقل فوائد التمرينات الرياضية من خلال العوامل السارية في الدم.

Science **369**, 167–173 (2020)

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كيف أصبح البعوض يشتهي الدم البشري


GETTY

ارتبط اشتهاء بعوضة "الزاعجة المصرية" *Aedes aegypti* للدم البشري بالتعرض لأماكن مكدسة بالبشر، بها مصادر للمياه.

مع تكدُّس البشر في المدن التي تكثر فيها المياه الراكدة، حتى في أكثر الشهور جفافًا، يصبح الأشخاص أهدافًا مغريةً لهذه الكائنات مصَّاصة الدماء.

ورغم أن عددًا قليلًا من أنواع البعوض، التي تربو على 3 آلاف نوع، هو ما يُفتِّش عن الدم البشري، دون غيره، تنشر تلك الأنواع القليلة أمراضًا تؤثر على حوالي 100 مليون شخص حول العالم سنويًّا. ومن أجل إلقاء الضوء على كيفية تطوُّر اشتهاء تلك الحشرات للدم البشري، اصطادت ليندي ماكبرايد، ونُوه روز -من جامعة برينستون في نيوجيرسي- وزملاؤهما بعوض "الزاعجة المصرية" *Aedes aegypti* من 27 موقعًا في أنحاء الموئل الذي عاشت فيه أسلاف هذه الحشرات في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى.

وضع فريق العمل الإناث الجائعات في صناديق، يحتوي كلٌّ منها على مَخرجَين اثنين، تُمرَّر عبر أحدهما رائحة إنسان، وعبر الآخر رائحة "خنزير غيني" *Cavia porcellus*، أو طائر "سمَّان شائع" *Coturnix coturnix*. وبعقد مقارنة بين الحشرات التي لم تُبدِ اهتمامًا بالدم البشري، وبين تلك التي سَعَتْ إليه، تبيَّن للباحثين أن الأخيرة كانت تنحدر -على الأرجح- من مناطق ذات كثافة بشرية مرتفعة، ومواسم جفاف حارة وممتدة.

ويعتقد الباحثون أن المياه التي خزَّنها البشر أصبحت موطنًا أساسيًّا لتكاثر تلك الحشرات في منطقة طبيعية كانت تحتوي على كمية قليلة من المياه الراكدة. ويشير تحليل الجينات الذي أجروه إلى أن هذا التطور في ذائقة الحشرات للدم البشري قد حدث في هذا السياق لمرة واحدة فحسب.

Cell Rep. **32**, 107941 (2020)

إنزيماتٌ ضئيلة ذات إمكاناتٍ كبيرة تعزز تقنية كريسبر

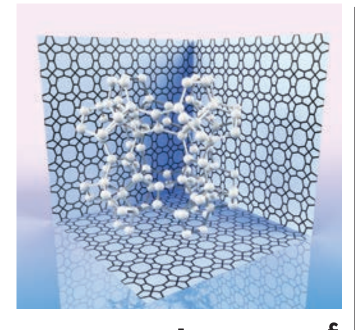
اكتشف باحثون أنَّ طائفةً من الفيروسات الضخمة لديها إنزيماتٌ ضئيلة على نحوٍ استثنائي، تسمح لمنظومة التعديل الجيني "كريسبر–كاس" بالتسلُّل إلى داخل الخلايا، واستهداف مجموعةٍ كبيرة من التسلسلات الجينية، وهو اكتشافٌ يمكن أن يساعد على التحكم في الجينومات بسهولة أكبر من ذي قبل.

ويعود أصل مركَّب "كريسبر–كاس" المُعقَّد -المستخدَم في المختبرات حول العالم- إلى البكتيريا. وهو يعمل كآليةٍ مناعية بكتيرية، تتعرَّف على الحمض النووي الفيروسي، وتُوجِّه إنزيمات "كاس" Cas لقطعه، غير أنه يوجد نوعٌ مُغاير قليلًا من منظومة "كريسبر–كاس" التقليدية لدى العاثيات الكبيرة Biggiephages، وهي طائفةٌ من الفيروسات تصيب البكتيريا. وتمتلك هذه الفيروسات جينوماتٍ ضخمة، لكنَّ حجم إنزيمات "كاس" لديها يبلغ حوالي نصف حجم نظيراتها في منظومات "كريسبر–كاس" الأخرى.

وقد وجدت الباحثة جينيفر دودنا -من جامعة كاليفورنيا في مدينة بيركلي الأمريكية- وزملاؤها أنَّ إنزيمات "كاس" الخاصة بتلك الفيروسات يمكن برمجتها لاستهداف مجموعةٍ أكبر من تسلسلات الحمض النووي، مقارنةً ببروتينات "كاس" التقليدية. كما تبيَّن أيضًا أنَّه من الممكن إيصالها إلى داخل الخلايا بسهولة، وهذه ميزةٌ كبرى للعلاجات القائمة على تقنية "كريسبر"، لأنَّ الوصول بآلية التعديل الجيني إلى حيثُ يحتاجها الجسم يمثل تحديًا كبيرًا.

ويقول الباحثون إنَّ تلك الإنزيمات، التي يمكنها أن تُعدِّل جينات خلايا البشر والنباتات، تُمثِّل إضافةً قوية لمجموعة أدوات "كريسبر–كاس".

Science **369**, 333 – 337 (2020)


Y. FUJII, M. MARUYAMA, N. THANH CUONG, S. OKADA

ألماس خشن يتّسم بخواص مبهرة

كشفت مجموعةٌ من العلماء عن انضمام عضو جديد إلى عائلة الكربون، هو الألماس الخماسي، الذي يُتوقَّع أن يتسم بخفة الجرافيت، وصلابة الألماس، وأن يحمل خواص أشباه الموصلات التي تجعله شبيهًا بالسيليكون.

ومن المعلوم أنَّ الكربون عنصر شديد التنوع؛ إذ يُفترض أنه يوجد في مئات من الصور، مثل الألماس، والجرافيت. وفي الألماس، ترتبط كل ذَرّة كربون بأربع ذراتٍ أخرى في شبكةٍ مُكعَّبة ثلاثية الأبعاد، تتسم بالقوة والصلابة. أمَّا في الجرافيت، فترتبط كل ذَرّة بثلاث ذراتٍ فقط، مُكوِّنةً صفائح مُسطَّحة من الأشكال السداسية.

ومؤخرًا، قدَّر الباحث ياسومارو فوجي وزملاؤه في جامعة تسوكوبا اليابانية أنَّ الكربون يمكن أن يتخذ صورة أخرى، أطلقوا عليها اسم الألماس الخماسي. وفيها تنتظم ذرات الكربون في أشكالٍ خماسية، ترتبط بعض ذراتها بأربع ذرات أخرى، بينما يرتبط البعض الآخر بثلاث ذراتٍ فقط. وتنتظم هذه الأشكال الخماسية في شبكةٍ مُكعَّبة شبيهة بشبيكة الألماس. ويكمن الاختلاف بينهما في أنَّه، في حالة الألماس، توجد ذرات كربون داخل كل مُكعَّب من مُكعَّبات الشبكة، أمَّا حلقات الألماس الخماسي، فلا تشغل إلا حواف المُكعَّبات وزواياها، تاركةً فجوةً صغيرة في المنتصف.

وبالنظر إلى هذه المسامية، يُتوقَّع أن تكون للألماس الخماسي كثافة منخفضة، تكافئ كثافة الجرافيت. ومن المُتوقَّع كذلك أن تكون المادة شبه موصلة، وأن تتمتع بالخاصية الاستثنائية المتمثلة في زيادة السُمك عند التمدد.

Phys. Rev. Lett. **125**, 016001 (2020)

أضواء علي الأبحاث

GETTY

مُسرِّع جسيمات يُعيد استخدام الطاقة المُستهلَكة

تمتاز المُسرِّعات الخطّية بقدرتها العالية على تسريع الجسيمات، مع الإبقاء عليها ضمن حِزَمٍ إشعاعية كثيفة. غير أنَّ تلك المُسرِّعات ليست مثاليةً من ناحية الكفاءة، إذ عادةً ما تُهدَر فيها الطاقة المستخدمة في تسريع الجسيمات.

وعليه، أقدَمَ الباحث جورج هوفشتاتر –من جامعة كورنيل في مدينة إيثاكا بولاية نيويورك الأمريكية- وزملاؤه على بناء مُسرِّع تجريبي، يطرح طريقةً لاسترداد تلك الطاقة المُهدَرة. ففي تجربةٍ أُجريت مؤخرًا، أوضح الباحثون أنَّ بإمكانهم إطلاق الإلكترونات عبر عدة ممرات في منظومتهم: أربعة منها لتسريع الجسيمات، وأربعة أخرى لاستعادة طاقتها، مع العمل على إبطائها في أثناء ذلك.

ورغم أنَّ هذه ليست المرة الأولى التي تُصمَّم فيها مثل تلك المُسرِّعات الخطية القادرة على استعادة الطاقة المهدَرة، تجدُر الإشارة إلى أنّ هذا هو أول جهازٍ متعدد الممرات يستخدم النسخةَ فائقة التوصيل من تجاويف الترددات الراديوية؛ وهي بمثابة حجراتٍ تحوي بداخلها مجالًا كهرومغناطيسيًّا. تتميز هذه النسخة فائقة التوصيل بكفاءتها في تخزين الطاقة، التي يُمكن استخدامها في تسريع مزيدٍ من الأشعة.

يمكن لهذه الدراسة أن تُمهِّد الطريق لبناء مُسرِّعاتٍ خطية للجسيمات أقصر من النماذج الموجودة حاليًّا، وأقلَّ تكلفة. ومن الممكن أيضًا الاسترشاد بهذه النتائج لوضع بعض عناصر تصميم المُصادِم المُزمع بناؤه في مختبر بروكهايفن الوطني، الواقع في مدينة أبتون بولاية نيويورك، المُقرَّر استخدامه في دراسة المكوِّنات الداخلية دون الذرية للبروتونات، والنيوترونات.

Phys. Rev. Lett. **125**, 044803 (2020)



جينٌ نادر يخفف آلام الولادة

يمكن للولادة أن تكون تجربة مؤلمة، لكنَّ هذا لا ينطبق على النساء اللواتي يمتلكن متغيرًا نادرًا من الحمض النووي، يحُدُّ من قدرة الخلايا العصبية على إرسال إشارات الألم إلى الدماغ.

درس مايكل لي -من جامعة كامبردج في المملكة المتحدة- وزملاؤه حالات 72 امرأة عقب ولادة الطفل الأول لكل منهن، فوجدوا أن بعضهن لم يطلبن مسكِّنات أثناء عملية الولادة، كما وجدوا أن هؤلاء النساء شَعَرن بدرجة أقل من الألم لدى تعريض أذرعهن للضغط، أو الحرارة، مقارنةً بأولئك اللاتي طلبن الحصول على مسكنات للألم.

وبعد ذلك، وضع الباحثون تسلسل الحمض النووي الخاص بهؤلاء النساء حديثات العهد بالأمومة، ووجدوا أنه يحتوي على نسبة أعلى من متغيِّرٍ نادر من جين *KCNG4*، الذي يُشفر بروتينًا يساعد في عملية التحكم بتنشيط الخلايا العصبية لدى النساء اللاتي وَضَعْن أطفالهن دون حاجة إلى مُسكِّنات ألم. وقد أظهرت التجارب التي أُجريت على خلايا مأخوذة من الفئران أن هذه الطفرة تقلل حساسية البروتين للإشارات الكهربائية. ومن ثم، فلِكَي تَنشَط الأعصاب المستشعرة للألم في الرحم، لا بد أن تكون تقلُّصات الولادة أشدَّ مما هي عليه.

ويقول الباحثون إنّ من شأن هذا الاكتشاف أن يساعد على تطوير عقاقير للتحكّم في حدة الألم.

Cell Rep. **32**, 107941 (2020)

صبغةٌ داكنة تجعل ضفادعَ بارعةً في التنكُّر

تتلون مئات الأنواع من الضفادع بدرجةٍ لونية زاهية تقع بين اللونين الأخضر والأزرق، تسمح لها "بالاختفاء" وسط أوراق النباتات الخضراء، وذلك بفضل حيلةٍ جزيئية ظهرت عدة مرات في تاريخ البرمائيات.

ويُعتقد عمومًا أنَّ الفقاريات خضراء اللون تكتسب ألوانها من الخلايا الحاملة للأصباغ في جلودها، بيد أن العديد من ضفادع الأشجار يفتقر إلى هذه الخلايا. ويُعزَى اللون الأخضر الذي تكتسي به هذه الضفادع إلى أنَّ أجسامها الشفافة تُظهِر الدم والعظام والأنسجة الداخلية الأخرى، المُلوَّنة بمستوياتٍ عالية من صبغة البيليفردين الخضراء.

ولفهم أصول هذه الظاهرة، أقدم الباحث كارلوس تابوادا -من جامعة بوينس آيرس- وزملاؤه على استخلاص سائل اللمف وسوائل أخرى من ضفادع تنتمي إلى نوع ضفدع الشجر المُنقَّط (المعروف بالاسم العلمي *Boana punctata*، والمُوضَّح في الصورة). ووجدوا أنَّ الدرجة اللونية الواقعة بين الأزرق والأخضر، التي تكتسي بها هذه الضفادع، تعود أصولها إلى بروتينٍ لم يكن معروفًا في السابق، يرتبط بصبغة البيليفردين، وينقلها في الجسم. ووجد الفريق بروتيناتٍ مشابهة في سائل اللمف لدى ثمانية أنواعٍ أخرى من ضفادع الأشجار.

كما درس الباحثون النباتات التي يستريح عليها ضفدع الشجر المُنقَّط في أثناء النهار أو الليل، وأدركوا أنَّ جسمه يطابق النباتات -إلى حد بعيد- من ناحية لونه الزاهي، لأنّ البروتين سالف الذكر، الذي يرتبط بصبغة البيليفردين، سمح بحدوث تعديلاتٍ تطورية دقيقة في لون الضفدع، متسببًا في "اختفائه" في بيئات الغابات.

Proc. Natl Acad. Sci. USA http://doi.org/d35k (2020)



SANTIAGO R. RON

GETTY

اتجاه متزايد نحو إنجاب أطفال من كلا الجنسين في بريطانيا

كشفت دراسةٌ تُحلِّل أنماط الإنجاب في بريطانيا أنَّ نسبةً متزايدة من الآباء والأمهات -خلال النصف الثاني من القرن العشرين- استمرت في إنجاب الأطفال، حتى رُزقوا بطفل وطفلة على الأقل.

كانت الدراسات قد أشارت إلى أنَّ العوامل الجينية لدى الوالديْن يمكن أن تزيد فرصتهما في إنجاب عددٍ أكبر من الأطفال الذكور، مقارنةً بالإناث (ترى دورية *Nature* أنَّ الجنس لا ينقسم إلى نوعين فقط، وكذلك النوع الاجتماعي، وأنَّ الجنس والنوع الاجتماعي ليسا متطابقين بالضرورة). ولوضع هذا الاحتمال موضع البحث، عكف الباحثان إيربنج لونج، وجيانتشي تشانج -من جامعة ميشيجان في مدينة آن أربور الأمريكية- على تحليل بيانات ما يزيد على 300 ألف شخص في المملكة المتحدة، وُلد معظمهم في الفترة بين عامي 1940، و1970. واشتملت تلك البيانات على عدد أشقاء وشقيقات كل منهم.

وقد وجد الباحثون أنَّ نسبة الأُسر التي لديها طفل واحد على الأقَل من كلا الجنسين كانت أعلى من المتوقع. ووجدوا أيضًا أنَّه منذ منتصف القرن العشرين، كانت هناك زيادة مطردة في نسبة الأُسر التي ينتمي جميع أطفالها إلى الجنس نفسه، ما عدا أصغرهم.

ويعزو الباحثون ذلك إلى مَيلٍ متنامٍ لدى الأسر إلى إنجاب طفلٍ واحد على الأقل من كلا الجنسين، وهو الميل الذي نتج عن التقدم المُحرَز في المساواة بينهما، والتقدير الذي أصبحت تحظى به فكرة التنوع الجنسي.

Curr. Biol. (2020)

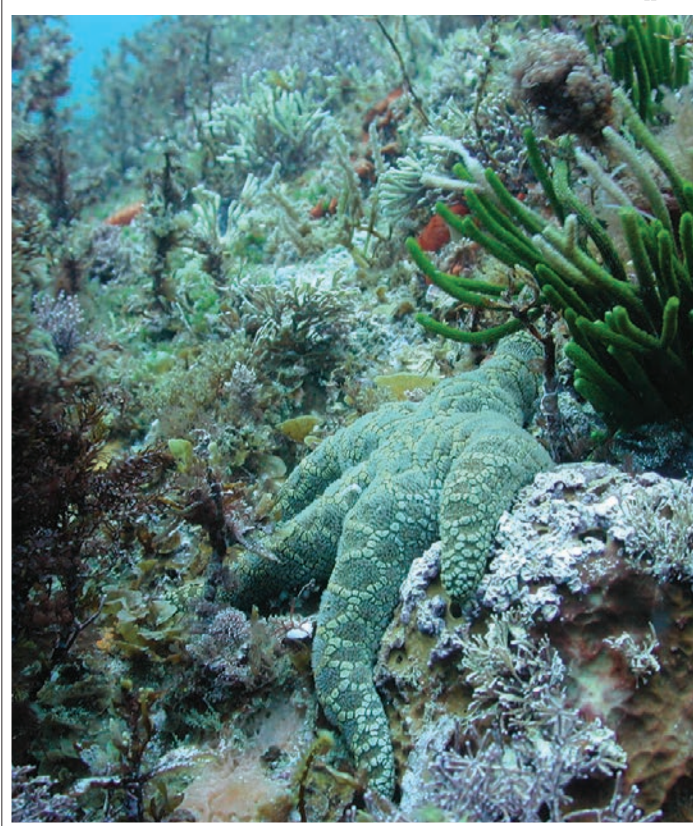
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

nature.com

للاطلاع على آخر الأبحاث المنشورة
في *Nature* قم بزيارة
www.nature.com/latestresearch

تغيُّر المناخ يهدد الشبكات الغذائية في المحيطات

SEAN D. CONNELL



قد يؤدي ارتفاع درجة حرارة مياه المحيطات وتحمضها إلى تدمير المجتمعات البحرية المليئة بأشكال الحياة المتنوعة.

قد يؤدي الاحترار العالمي إلى تدهور الشبكات الغذائية في المحيطات، ومن ثم انهيارها، وذلك وفقًا لتجارب استُخدمت فيها أحواض سمك عملاقة، لمحاكاة المياه الساحلية في أستراليا.

طوّر إيفان ناجيلكركن -من جامعة أديليد في أستراليا- وزملاؤه نموذجًا لمنظومة إيكولوجية بحرية في مجموعة من الأحواض، سعة كل منها 1800 لتر، وتضم مختلف أنواع الكائنات، بدايةً من الطحالب، وصولًا إلى اللافقاريات والأسماك، ثم زاد فريق العمل من نسبة الحموضة ودرجة الحرارة في تلك الأحواض بما يعكس الظروف البيئية المتوقعة في نهاية القرن الواحد والعشرين.

وقد وجد الباحثون أن ظاهرة التحمض وحدها لم تؤدِ إلى تغير ملحوظ في تركيب الشبكة الغذائية وأدائها، ولكن في المقابل، أدى ارتفاع درجة حرارة المياه إلى تعزيز إنتاجية أشكال الحياة المعتمدة على البناء الضوئي، الواقعة في قاع السلسلة الغذائية، وزيادة كتلتها الحيوية، مما أدى إلى إلحاق الضرر بالرخويات وغيرها من الكائنات الحية التي تتغذى على تلك المخلوقات المنتجة، التي تشغل المستوى الأدنى من السلسلة.

كانت هذه الأنماط أكثر وضوحًا في الشبكات الغذائية المعرضة لكل من الاحترار، والتحمض. فقد تبين أن الأسماك واللافقاريات المفترسة كانت قادرة نسبيًّا على التكيُّف مع تلك التغيرات.

ونبَّه الباحثون -في الوقت نفسه- إلى أن التجارب التي أجروها استمرت لفترة أربعة أو خمسة أشهر فقط، وأنه في نهاية المطاف، من شأن التغيرات التي تحدث على المدى الأطول الإضرار بالأنواع الحية التي توجد في قمة الشبكة الغذائية.

Science (2020)

رصد طفرة جينية قد تحدّ من فعالية عقار الملاريا في أفريقيا

تشهد منطقة جنوب شرق آسيا زيادة مطَّردة في مقاومة عقار "أرتيميسينين" artemisinin على مدى عقد من الزمن، ما أدَّى إلى تراجع فعالية هذا العقار، الذي يُعَد الأفضل في علاج مرض الملاريا. وثمة مؤشرات على تراجع فعالية العلاجات المعتمدة على هذا العقار في رواندا أيضًا.

كان العلماء في آسيا قد ربطوا تلك الظاهرة بطفراتٍ متنوعة في القسم "كيه 13" K13 من جينوم طفيل *Plasmodium falciparum*، وهو النوع الأكثر فتكًا من بين الطفيليات المسبِّبة للملاريا. وفي دراسةٍ جديدة، أجرتها الباحثة آلين أويمانا -من المركز الرواندي للطب الحيوي في كيجالي- والباحث ديديه مينار -من معهد باستور في باريس- وزملاؤهما، رصد الباحثون طفرات القسم "كيه 13" لدى طفيلياتٍ من النوع ذاته، مأخوذة من أشخاص مصابين بالملاريا في رواندا.

أجرى الباحثون تعديلاتٍ جينية على ذلك النوع، لإكسابه التغيرات الناتجة عن تلك الطفرات، فوجدوا أنَّ هذه الطفيليات المهندَسة حيويًّا أبدت مقاومةً لعقار "أرتيميسينين" في المختبر، ولكن تبيَّن أنَّ علاجات الملاريا التي تجمع بين هذا العقار وعقاقير أخرى قد نجحت في علاج المصابين في رواندا بتلك الطفيليات، ومن بينها طفيليات رُصدت بها طفرات القسم "كيه 13". ومن ثم، يفترض الباحثون أنَّ العقاقير الأخرى هي التي ساعدت المصابين على التعافي.

ويشير تحليلٌ جيني إلى أنَّ قارة آسيا ليست مصدر الطفيليات التي تحتوي على هذه الطفرات، وإنَّما نشأت بصورة مستقلة في أفريقيا. وفي المقابل، يبدو أنَّ الطفرات التي أكسبت هذا النوع من الطفيليات مقاومته لعقار "الكلوركوين"، الذي كان يُستخدم في السابق لعلاج الملاريا، قد انتقلَتْ من آسيا إلى أفريقيا، موديةً بحياة ملايين الأطفال.

Nature Med (2020)

GETTY

التحيز العنصري يهدد حياة الأطفال السود حديثي الولادة

حين يتولى أطباء سود رعاية أطفال سود، فإنهم يبلون بلاءً أفضل من أقرانهم البيض في الحفاظ على حياة أولئك الأطفال.

يُذكر أن الأطفال السود حديثي الولادة في الولايات المتحدة ينتمون إلى الفئات المعرضة لخطر داهِم، إذ تزيد احتمالية وفاتهم في السنة الأولى من أعمارهم بأكثر من الضعف، مقارنة بالأطفال البيض في الفترة العمرية نفسها. وقد بدأ الباحثون في إدراك أن التحيز العنصري قد يكون أحد الأسباب المهمة وراء هذه الظاهرة.

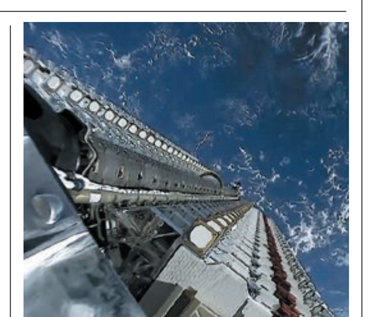
ولاختبار صحة هذه الفرضية، جمع براد جرينوود -من جامعة جورج ماسون في فايرفاكس بولاية فيرجينيا- وزملاؤه بياناتٍ عن 1.8 مليون حالة ولادة أجريت في المستشفيات في ولاية فلوريدا في الفترة بين عامي 1992، و2015. وقد سجل فريق البحث -في كل واحدة من تلك الحالات- الهوية العرقية لكل من الأم، والطفل، والأطباء الذين تولوا رعايتهما.

وقد لاحظ الباحثون أن الأطفال السود حديثي الولادة كانوا يموتون بمعدلات أكثر تواترًا، مقارنة بأقرانهم من البيض، بغض النظر عن الأفراد الذين تولوا رعايتهم، ولكنْ عندما تولى رعايتهم أطباء سود، انخفضت معدلات الوفيات بينهم بنسبة تراوحت من 39% إلى 58%، مقارنة بمعدل وفياتهم حين تولى رعايتهم أطباء بِيض.

يدفع الباحثون بأن هذه النتائج تمثل دعوة ملحة لتنويع تركيبة القوى العاملة في القطاع الصحي، ونشر الوعي بالدور الذي يلعبه التحيز العرقي في انعدام المساواة فيما يتعلق بالحصول على الرعاية الصحية.

New LinkProc. Natl Acad. Sci. USA (2020)

موجز الأخبار



SPACEX

كوكبات الأقمار الصناعية ستضرُّ بالبيانات

سوف يتسبب إطلاق منظومات الأقمار الصناعية الضخمة، التي يُطلَق عليها "كوكبات الأقمار الصناعية"، إلى المدار الأرضي، في التشويش على البيانات التي يجمعها علماء الفلك. هذه هي الخلاصة التي خرج بها التقييم الأكثر تفصيلًا حتى الآن لتأثير هذه المنظومات التي تطْلقها الشركات على عمليات الرصد الفلكي التي تُجريها المراصد الموجودة على الأرض.

يمكن للأقمار الصناعية أن تعكس ضوء الشمس، بحيث تبدو كخطوط لامعة في السماء، مما يشوش على دراسة الكواكب التي تقع خارج المجموعة الشمسية، والكويكبات القريبة من الأرض. وحسب تقرير صادر عن الجمعية الفلكية الأمريكية، بالاشتراك مع مختبر "نُوار لاب" NOIRLab، التابع لمؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية، فإنه "من المؤكد أنه لن يتسنَّى الكشف عن بعض الظواهر الفلكية، نتيجةً لهذا التشويش الكبير".

ومن المتوقع إرسال عشرات الآلاف من الأقمار الصناعية إلى الفضاء على مدار السنوات المقبلة، بغرض توفير خدمة الإنترنت واسع النطاق في مختلف أنحاء العالم. ويُذكَر أن العلماء لم يفطِنوا إلى المشكلة المحتملة، إلا في شهر يونيو عام 2019، عقب إطلاق شركة "سبيس إكس" أولى منظومات الأقمار الصناعية الخاصة بها. ومنذ ذلك الحين، يسعى علماء الفلك إلى الوقوف على حجم المشكلة المتوقع حدوثها، والتفكير فيما يمكن أن يفعلوه بشأنها.

وتقول كوني ووكر، عالمة الفضاء بمختبر "نُوار لاب"، والرئيس المشارك للفريق الذي أعدَّ التقرير المذكور، إن الطريقة الوحيدة لتجنب أي تأثير على التليسكوبات الأرضية هي الامتناع عن إطلاق أيّ أقمار صناعية.

مراقبة الاتجاهات



اليابان تدرس سَن قوانين جديدة للتصدي للتدخل الأجنبي في أبحاثها

تدرس الحكومة اليابانية فرْض قوانين أكثر صرامةً لمواجهة خطر التدخل الأجنبي في أبحاثها العلمية، منها قوانين بإخضاع طلبات الحصول على تأشيرة دخول البلاد المقدَّمة من الطلاب والباحثين في الدول الأخرى للمزيد من التدقيق، وإلزام المعاهد بإعلان مصادر الدخل الأجنبي الخاصة بها.

وقد اعتمدت الحكومة اليابانية في إطار هذه الجهود خلال الشهر الماضي استراتيجية للابتكار لعام 2020. وتلزِم هذه الاستراتيجية الهيئات الحكومية، والمؤسسات البحثية، والشركات بتعزيز قواعد السلوك الخاصة بالنزاهة البحثية وتضارب المصالح، وبمنع تسرب الأبحاث الحساسة والتقنيات المرتبطة بالأمن القومي إلى خارج البلاد؛ كأبحاث الذكاء الاصطناعي، وتصنيع أشباه الموصلات. كما تقترح الاستراتيجية أن تدرس الهيئاتُ الحكومية وقْفَ تمويل المعاهد التي لا تعلن عن الدخل الذي يأتيها من مصادر أجنبية.

ومع أنه لم ترد أسماء دول بعينها في الاستراتيجية، يقول الباحثون إن الحكومة اليابانية تشعر بالقلق إزاء أنشطة المؤسسات الصينية بالدرجة الأولى، بما فيها تلك المرتبطة بالجيش. وفي ذلك الصدد، يقول تاكاهيرو أوياما، أحد الأعضاء التنفيذيين في المجلس الياباني للعلوم والتكنولوجيا والابتكار (CSTI)، الذي يترأسه رئيس الوزراء شينزو آبي، إن الحكومة تنظر حاليًّا في صياغة توجيهات بشأن هذه المسائل، ويضيف قائلًا: "هذه مسألة حساسة جدًّا".

ويأتي هذا في أعقاب سلسلة من التدابير الصارمة التي فرضتها هيئات علمية أمريكية على الباحثين الذين لا يعلنون عن صلاتهم بجهات أجنبية، خاصةً الصينية منها. وعلى سبيل المثال، في شهري يونيو ويوليو الماضيين، اتُّهِم أربعة باحثين صينيين يعملون في الولايات المتحدة الأمريكية بتزوير تأشيرات دخولهم إلى البلاد، لعدم إفصاحهم عن صِلاتهم بالجيش الصيني.

ويقول أتسوشي سونامي -محلل سياسات العلوم في المعهد العالي الوطني للدراسات السياسية في طوكيو- إن الحكومة اليابانية تشعر بأنها تواجه ضغوطًا لتعزيز التوجيهات الخاصة بالنزاهة البحثية لديها، وتأمين علاقاتها العلمية بالولايات المتحدة. ويضيف قائلًا: "عندما بدأت الولايات المتحدة الأمريكية والدول الغربية الأخرى في مناقشة هذه القضايا، كان من الطبيعي أن تبدأ اليابان أيضًا في التصدي لها على نحو أوضح".

وتتفق لهجة الاستراتيجية مع لهجة تقرير عام 2019، الذي أصدرته مجموعة "جيسون" JASON العلمية، التي تقدم استشارات للحكومة الأمريكية. وكان هذا التقرير قد جرى إعداده بتكليف من مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية، عقب مخاوف من استحواذ حكومات أجنبية على ابتكارات الولايات المتحدة العلمية وتقنياتها.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

nature.com

للاطلاع على آخر الأخبار من
Nature قم بزيارة
www.nature.com/news

سياسة جديدة لضبط السلوك البحثي في الصين

تستعد وزارة العلوم الصينية لإقرار سياسة جديدة للتعامل مع سوء السلوك البحثي، هي الأكثر شمولًا حتى الآن. تضع هذه التدابير، المقرَّر دخولها حيز التنفيذ الشهر الجاري، توصيفًا للمخالفات، وما يناسبها من عقوبات. وسوف تُطبَّق التدابير على جميع العاملين في مجال العلوم والتكنولوجيا، ومنهم الباحثون والمراجعون ورؤساء المؤسسات البحثية.

كما تشمل السياسة، لأول مرة، المخالفات الصادرة عن متعاقدين مستقلين، مثل الأشخاص الذين يبيعون أبحاثًا أكاديمية، ويزيفون البيانات، ويكتبون المقالات أو يتقدَّمون بها نيابةً عن الباحثين. تهدف هذه الضوابط إلى التصدي لظاهرة استعانة الباحثين بشركاتٍ تُدعَى "مصانع الأوراق البحثية"، التي تُنتِج مسودات بحثية، عادة ما تكون قائمة على بيانات مزيفة.

يرى بعض الباحثين أن هذه الضوابط ستسهم في كبح ظاهرة سوء السلوك البحثي، ورفع مستوى النزاهة البحثية في المؤسسات الصينية. وقد وصفها لي تانج، الباحث في مجال السياسة العلمية بجامعة فودان في شنغهاي، بأنها "خطوة كبيرة إلى الأمام". وتتضمن عقوبات سوء السلوك إلغاء المكافآت والجوائز والألقاب الفخرية، فضلًا عن حرمان الباحثين من التقدم بطلب الحصول على تمويل حكومي.

غير أن علماء آخرين يشككون في أن تُحدث هذه التغييرات فارقًا، لأن ضوابط سوء السلوك البحثي موجودة بالفعل، ولكنها غير مفعلة. وقد عبَّر عن هذا الرأي شي مين فانج، الكاتب المقيم في سان دييجو بولاية كاليفورنيا، إذ قال: "ليسوا بحاجةٍ إلى سن قواعد جديدة؛ ثمة الكثير من الضوابط القديمة بانتظار التطبيق".

يُذكر أن الصين تعاني مشكلة سوء السلوك البحثي منذ فترة طويلة. اشتملت حالات سوء السلوك البحثي على السرقة الفكرية، وتزوير البيانات وتزييف مراجعة الأقران، ممَّا تسبَّب في سحب عدد كبير من الأوراق البحثية.

FADEL SENNA/AFP/GETTY



إصابات كورونا بين الحيوانات الأليفة مضاهية لها بين البشر

احتمالية العدوى بفيروس "سارس-كوف-2" بين القطط والكلاب مماثلة لها تمامًا بين البشر، وذلك وفقًا لدراسة استقصائية أجريت في شمالي إيطاليا؛ وهي أكبر دراسة أجريت حتى الآن حول انتشار فيروس كورونا بين الحيوانات الأليفة. فقد حصل نيكولا ديكارو من جامعة باري وزملاؤه على مسحات من الأنف والحلق ومنطقة المستقيم لدى 540 كلبًا و277 قطة في شمالي إيطاليا في الفترة بين شهري مارس ومايو من العام الجاري، وفقًا لما ذُكِر في مسودة ما قبل الطبع للدراسة الاستقصائية التي لم تخضع بعد لمراجعة الأقران (E. I. Patterson *et al*. Preprint at bioRxiv http://doi.org/d4r7; 2020). وكانت الحيوانات التي أُخِذَت منها العينات إما تعيش مع مصابين في منزل واحد، أو في مناطق تأثرت بشدة بجائحة "كوفيد-19".

وتجدر الإشارة إلى أنه لم يُعثَر على الحمض النووي الريبي لفيروس "سارس-كوف-2" في عينات أي من تلك الحيوانات، بيد أنه بعد إجراء المزيد من الاختبارات للبحث عن أجسام مضادة للفيروس في دم بعض الحيوانات، اكتشف الباحثون أدلة على حدوث إصابة سابقة بالفيروس في نسبة تبلغ حوالي 3% بين الكلاب، و4% بين القطط.

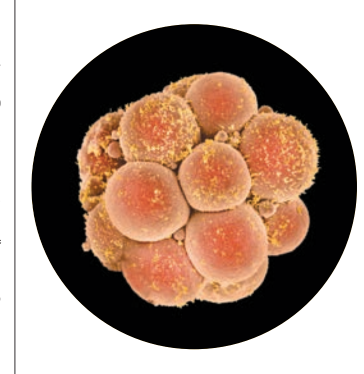
وقد كانت معدلات العدوى بين القطط والكلاب مماثلة لها بين البشر في أوروبا في ذلك الوقت الذي أجريت فيه الاختبارات، وهو ما يشير إلى أن إصابة الحيوانات الأليفة بالفيروس ليست بالأمر غير الشائع.

تقنية "كريسبر" في الأجنة ما تزال شديدة الخطورة

يمكن لاستخدام تقنية التحرير الجيني في الأجنة البشرية يومًا ما أن يمنع تمرير بعض الاعتلالات الوراثية الخطيرة من الآباء إلى أطفالهم، بيد أن التقنية ما زالت على درجة كبيرة من الخطورة إلى حد يمنع استخدامها في الأجنة المقرر استزراعها، وفقًا لما صرحت به لجنة دولية رفيعة المستوى، وأضافت قائلة إنه حتى إنْ طُورِّت التقنية، فينبغي ألا يُسمح باستخدامها إلا في حالات محدودة.

وقد أعدَّت هذه التوصيات -الصادرة في الثالث من سبتمبر- اللجنة المؤلَّفة من خبراء من الأكاديمية الوطنية الأمريكية للطب، والأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم، والجمعية الملكية بالمملكة المتحدة. وتناول تقرير اللجنة وضع تقنية التحرير الجيني القابل للتوريث من الناحية العلمية والفنية، دون التطرق إلى المسائل الأخلاقية. وتؤيد التقريرَ مجموعةٌ كبيرة من التقارير الأخرى التي قدمت أدلّة تُعارِض استخدام التحرير الجيني في العيادات الصحية، قبل أن يتمكن الباحثون من حل المشكلات المتعلقة بأمان التقنية.

وقد شُكلت اللجنة بعدما صَدَم عالِمُ الفيزياء الحيوية الصيني هو جيانكوي العالَم في عام 2018 بإعلان قيامه بتحرير أجنة بشرية، زُرعت فيما بعد في أرحام نساء، في محاولة تهدف إلى إكساب الأطفال الناتجين عن ذلك الاستزراع مناعة ضد فيروس نقص المناعة البشرية (HIV). وأدى ذلك إلى ولادة طفلتين، لديهما جينومات مُحَرَّرَة، لكنه قوبل بإدانة من العلماء. وقد تَلَقَّى العالِمُ واثنان من زملائه أحكامًا بالسجن.



YORGOS NIKAS/SPL

STEPHANIE LECOCQ/EPA-EFE/SHUTTERSTOCK

موازنة الاتحاد الأوروبي تخفض تمويل العلوم

أصيب العلماء وأنصار البحث العلمي بخيبة أمل، بسبب اتفاق توصل إليه قادة الاتحاد الأوروبي في الواحد والعشرين من يوليو الماضي حول قيمة موازنة الاتحاد، لتكون 1.8 تريليون يورو (2.1 تريليون دولار أمريكي)، تُرصد لتمويل الاتحاد على مدى الأعوام السبعة المقبلة.

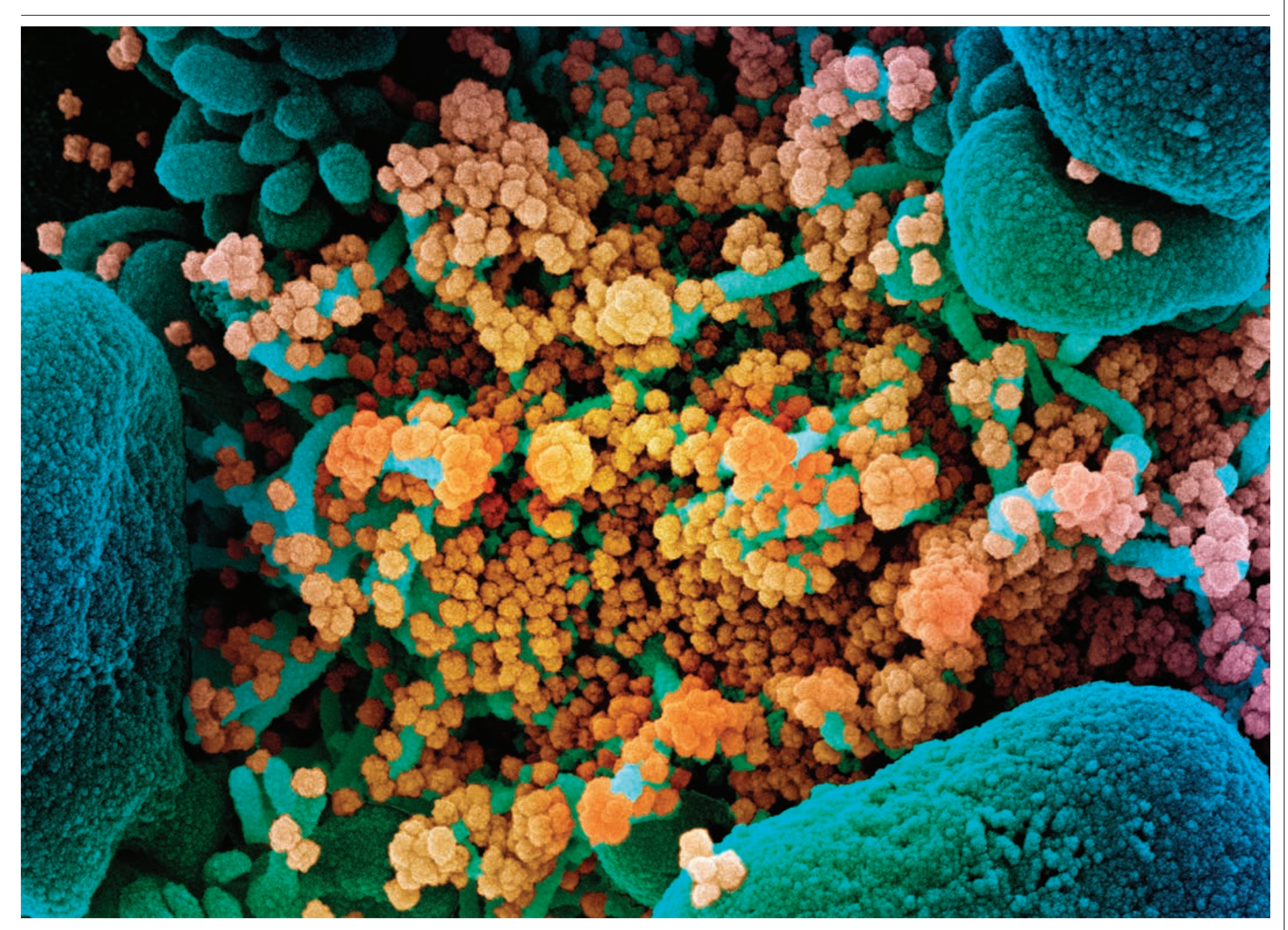
فعقب قمة انعقدت على مدار خمسة أيام لمجلس الاتحاد الأوروبي، اتفق رؤساء الدول الأعضاء بالاتحاد على تخصيص 81 مليار يورو لبرنامج "هورايزون يوروب" Horizone Europe البحثي الأساسي المقبل، المقرر أن يبدأ في عام 2021، بيد أن هذا المبلغ لا يزيد على الميزانية السابقة للبرنامج إلا بالكاد، ويقل عن المبلغ الذي اقترحته المفوضية الأوروبية في شهر مايو الماضي بحوالي 5 مليارات يورو.

ويعلق كريستيان إهلر، المتحدث الرسمي باسم البرلمان الأوروبي في شؤون البحث العلمي، قائلًا: "سيزيد هذا الاتفاق من تخلف الاتحاد الأوروبي عن منافسيه في آسيا، والولايات المتحدة الأمريكية".

وتجدر الإشارة إلى أن موازنة الاتحاد الأوروبي طويلة الأمد توضع كل سبعة أعوام، وتتعلق جولة المفاوضات الأخيرة الخاصة بها بالفترة من عام 2021 حتى عام 2027. وتتضمن الموازنة أيضًا مبلغًا بقيمة 750 مليار يورو، مخصصًا للإسهام في التعافي من تداعيات جائحة "كوفيد-19".

إنّ هذا الاتفاق ليس الكلمة الفصل في الخلاف الدائر على التمويل البحثي، إذ سيتحَدَّد المبلغ النهائي في مناقشة ثلاثية الأطراف بين اللجان البرلمانية، والمفوضية الأوروبية، والحكومات الوطنية، بالاستعانة باتفاق مجلس الاتحاد الأوروبي كأساس.

أخبار في دائرة الضوء


NIAID/NIH/SPL

صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح لجسيمات الفيروس التاجي "سارس- كوف2-")باللون البرتقالي) على خلية (باللون الأزرق)

ألغاز طبية لم تزل باقية بعد ستة أشهر من ظهور فيروس كورونا

من المناعة إلى دور العوامل الوراثية: تتناول دورية *Nature* خمسة تساؤلات ملحّة حول مرض "كوفيد-19"، يعكف الباحثون على حلّها.

اسم المؤلف

في أواخر شهر ديسمبر من عام 2019، ظهرت تقارير تُبلغ عن حالات التهاب رئوي غامضة في مدينة ووهان الصينية، وهي مدينة تقع في مقاطعة خوبي، يبلغ تعداد سكانها 11 مليون نسمة. بعد ذلك، وفي غضون وقت قصير، حدد العلماء الصينيون أنَّ السبب في هذه الحالات هو فيروس جديد من الفيروسات التاجية، تربطه قرابة بعيدة بفيروس "سارس" SARS، الذي كان قد ظهر في الصين في عام 2003، قبل أن ينتشر عالميًّا، ويتسبب في وفاة ما يقرب من 800 شخص.

وبعد مرور ستة أشهر، وتأكيد إصابة أكثر من عشرة ملايين شخص بمرض "كوفيد-19"، باتت هذه الجائحة أسوأ أزمة صحة عامة شهدها العالم على الإطلاق منذ قرن من الزمان؛ إذ أودت بحياة أكثر من نصف مليون شخص، غير أنَّها حفَّزت أيضًا ثورة بحثية؛ حيث عمل الباحثون والأطباء بوتيرة لفهم طبيعة المرض، والفيروس المسبب له "سارس- كوف-2" SARS-CoV-2.

وقد فطنوا إلى آلية دخول الفيروس إلى الخلايا، وتسخيره لمواردها لصالحه، وإلى أنَّ بعض الأشخاص يتمكنون من مقاومته، في حين أنه يتسبب في وفاة آخرين في نهاية المطاف، كما حددوا أدوية تفيد المرضى الأشد تضررًا من

المرض، وما تزال علاجات عديدة محتمَلة أخرى للوباء قيد التطوير. وإضافة إلى ذلك، فقد طوّر الباحثون ما يقرب من 200 لقاح محتمَل لمواجهته.

وقد بدا أنه مع كل معلومة يتوصل إليها الباحثون بشأن مرض "كوفيد-19"، يظهر المزيد من التساؤلات، وتبقى تساؤلات أخرى دون إجابة. وانطلاقًا من مرور ستة أشهر على تعرُّف العالم للمرة الأولى على المرض المتسبب في هذه الجائحة، تستعرض دورية *Nature* فيما يلي بعض التساؤلات الرئيسة، التي لا يملك لها الباحثون إجابات حتى الآن.

لماذا تتفاوت استجابة الأفراد للمرض إلى هذا الحد الكبير؟

من أكثر الجوانب اللافتة في مرض "كوفيد-19"، الاختلافات الصارخة في استجابات الأشخاص له؛ فالبعض لا تظهر لديهم مطلقًا أعراض له، في حين يُصاب آخرون -ممن يبدون بصحة جيدة- بالتهاب رئوي حاد أو مميت من جرائه. و"تختلف النتائج الإكلينيكية التي نحصل عليها اختلافًا جذريًّا"، حسب قول كاري ستيفانسون، عالِم الوراثة، والمدير التنفيذي لشركة "ديكود جينيتكس" DeCODE Genetics بمدينة ريكيافيك الأيسلندية، التي تبحث عن متغيرات في الجينات البشرية يمكنها أن تفسر بعض هذه الاختلافات.

وقد تعثّرت جهود البحث هذه، نظرًا إلى قلة عدد الحالات في أيسلندا، بيد أنه في الشهر الماضي، كشف فريق يعمل على تحليل جينومات قرابة 4 آلاف شخص من إيطاليا وإسبانيا عن أولى الروابط القوية بين السمات الوراثية، والإصابة بحالات حادة من مرض "كوفيد-19"[1]؛ فقد كانت احتمالية امتلاك الأشخاص الذين أصيبوا بفشل تنفسي لمتغيرين جينيين بعينهما أكبر منها فيمَن لم يصابوا بهذا الفشل.

ويقع أحد هذين المتغيرين في منطقة الجينوم التي تحدد فصائل الدم "إيه" A، و"بي" B، و"أو" O، و"إيه بي"AB، في حين يقع الآخر بالقرب من عدة جينات، منها جين مسؤول عن تشفير بروتين يتفاعل مع المستقبِل الذي يستخدمه الفيروس لدخول الخلايا البشرية، بالإضافة إلى جينين آخرين مسؤولَين عن تشفير الجزيئات المرتبطة بالاستجابة المناعية للمُمْرضات. ويتبع الباحثون الذين خرجوا بهذا الاكتشاف مبادرة تُعرف باسم "السمات الوراثية للعائل في كوفيد-19" COVID-19 Host Genetics Initiative، وهي اتحاد عالمي لفرق بحثية تعمل على تجميع البيانات؛ من أجل التحقق من صحة النتائج البحثية، وكشف النقاب عن أي سمات وراثية إضافية ذات علاقة بالتأثر بالمرض.

ويبدو حتى الآن أنَّ المتغيرين اللذين أمكن التعرّف عليهما يسهمان بدور متواضع في النتيجة الكُلية للمرض. ومن هنا، يبحث فريق بقيادة جان لوران كازانوفا –عالِم المناعة بجامعة روكفيلر في مدينة نيويورك– عن طفرات تلعب أدوارًا أكثر أهمية في المرض.

ما طبيعة المناعة تجاه المرض؟ وإلى متى تدوم؟

يعمل اختصاصيو علم المناعة بوتيرة محمومة على تحديد الصورة المحتملة للمناعة المقاوِمة لفيروس "سارس- كوف-2"، ومداها الزمني. وقد تَركزت معظم هذه الجهود على "الأجسام المضادة المُحيِّدة للفيروس"، التي ترتبط ببروتيناته، وتمنع حدوث العدوى به بطريقة مباشرة. وتوصلت دراسات[2] إلى أنَّ مستويات الأجسام المضادة المحيّدة لفيروس "سارس- كوف-2" تبقى مرتفعة لأسابيع قليلة بعد الإصابة بالعدوى، لكنها تبدأ عادةً في التناقص بعد ذلك، غير أنَّ هذه الأجسام المضادة قد تبقى موجودة بمستويات مرتفعة لمدة أطول لدى الأشخاص الذين عانوا حالات عدوى شديدة الحدة. يقول جورج كاسيوتيس،



MENAHEM KAHANA/AFP/GETTY

خفافيش حدوة الحصان قد تكون مصدر الفيروس.

اختصاصي علم المناعة بمعهد فرانسيس كريك في لندن: "كلما زادت كمية الفيروس داخل الجسم، زادت كمية الأجسام المضادة، ودامت لمدة أطول". وقد شوهدت أنماط مماثلة في مرض "سارس"، أو (متلازمة الالتهاب التنفسي الحادة الوخيمة).

ولا يعلم الباحثون بعد ما المستوى المطلوب من الأجسام المضادة المحيِّدة للفيروس، لمقاومة تكرار العدوى به. وفي نهاية المطاف، من المرجح أن تتسع الصورة الكاملة عن الشكل المحتمل للمناعة المقاومة للفيروس، لتشمل ما هو أكثر من الأجسام المضادة. وعلى سبيل المثال، هناك خلايا مناعية أخرى، تُسمى الخلايا التائية، تلعب دورًا مهمًّا في تطوير مناعة طويلة الأجل، وتشير الدراسات[3،4] إلى أن وجود فيروس "سارس- كوف-2" يتسبب في حشدها.

هل طوَّر الفيروس أي طفرات مقلقة؟

تحدث طفرات في كل الفيروسات عندما تنتقل إلى البشر. وفيروس "سارس- كوف-2" ليس استثناءً من هذه القاعدة. من هنا، استغل اختصاصيو علم الأوبئة الجزيئي حدوث هذه الطفرات في تتبع الانتشار العالمي للفيروس. وفضلًا عن ذلك، يبحث العلماء أيضًا عن تغيرات تؤثر في خصائص الفيروس، على سبيل المثال، بأنْ تعزِّز أو تُضْعِف ضراوة بعض سلالاته، أو قابليتها للانتشار. فعلى حد قول ديفيد روبرتسون، عالِم البيولوجيا الحاسوبية بجامعة جلاسجو في المملكة المتحدة، الذي يعمل فريقه على تسجيل طفرات فيروس "سارس- كوف-2" في قوائم محددة: "إذا أصبح الفيروس أكثر حدة، فهذا أمر تجب معرفته"؛ إذ إنَّ مثل هذه الطفرات تملك القدرة على تقليل فاعلية اللقاحات، من خلال إحداث تغيير في قدرة الأجسام المضادة والخلايا التائية على التعرَّف على الفيروس.

ولكن معظم الطفرات لن يكون ذا أي تأثير، إضافة إلى أنَّه من الصعب رصد المقلق منها. وعلى سبيل المثال، نُسَخ الفيروس التي اكتُشفت في بدايات انتشاره في بعض بؤره، مثل إقليم لومبارديا الإيطالي، أو في مدينة مدريد، قد تبدو أشد فتكًا من تلك التي عُثر عليها في مراحل لاحقة، أو في مواقع أخرى، لكنَّ ويليام هاناج -عالم الوبائيات من كلية تي إتش تشان للصحة العامة في جامعة هارفارد بمدينة بوسطن في ولاية ماساتشوستس الأمريكية- يرى أنَّ هذا الانطباع زائف على الأرجح؛ ومردّه هو أن احتمالية تعرُّف مسؤولي الصحة على الحالات المرضية الشديدة تكون أكبر خلال مراحل الانتشار المبكرة للمرض، التي تصعب السيطرة عليها، فضلاً عن أنَّ الانتشار واسع النطاق لطفرات بعينها ربما يرجع سببه إلى ما يُسمى بـ"تأثير المؤسس"، وفيه يصادف أن يكون بعض السلالات التي تنشأ مبكرًا في مراكز انتقال العدوى (مثل مدينة ووهان الصينية، أو إيطاليا) حاملًا لطفرة ما، يجري تمريرها عندما تستقر هذه السلالات في أماكن أخرى، ليبدأ انتشار المرض في هذه الأماكن.

وفي هذا السياق، يناقش الباحثون كذلك ما إذا كان الانتشار الواسع لطفرة بعينها في بروتين أشواك الفيروس هو نتاج لتأثير المؤسس هذا، أم أنه مثال على تغيُّر ناشئ يطرأ على بيولوجيا الفيروس. وقد ظهرت هذه الطفرة للمرة الأولى –على ما يبدو– في شهر فبراير الماضي تقريبًا في أوروبا، ويحملها أغلب الفيروسات المنتشرة هناك الآن، وتوجد حاليًّا في كل منطقة من العالم. وقد أشارت الدراسات إلى أنَّ هذه الطفرة تجعل فيروس "سارس- كوف-2" معديًا أكثر في الخلايا المستنبتة، لكنّ مدلول ذلك فيما يتعلق بالعدوى في البشر غير واضح.

ما مدى فعالية اللقاح المستقبلي؟

لعل التوصُّل إلى لقاح فعّال هو السبيل الوحيد للخروج من هذه الجائحة. وتجدر الإشارة إلى أنه يوجد حاليًّا ما يقرب من 200 لقاح قيد التطوير. ومن المقرر أن تبدأ في غضون الأشهر القليلة المقبلة أولى التجارب واسعة النطاق لقياس فعالية اللقاحات، بغرض معرفة ما إذا كان أيّ منها يؤدي الغرض، أم لا. وسوف تقارن تلك الدراسات معدلات الإصابة بعدوى فيروس "سارس- كوف-2" بين متلقِّي هذه اللقاحات، ومتلقِّي لقاحات وهمية.

ومن ناحية أخرى، هناك بالفعل دلائل أمكن استنتاجها من بيانات الدراسات التي أجريت على الحيوانات، والمراحل الأولى من التجارب البشرية، التي تختبر -في المقام الأول- أمان اللقاحات. فقد أجرت عدة فرق بحثية ما عُرف بـ"تجارب التحدي"، التي جرى فيها إعطاء الحيوانات أحد اللقاحات الواعدة، ثم عُرِّضَت هذه الحيوانات عمدًا لعدوى فيروس "سارس- كوف-2"، وذلك لمعرفة ما إذا كانت حقنة اللقاح قادرة على منع الإصابة بالعدوى، أم لا. وتشير دراسات أُجريت على قردة المكاك إلى أنَّ اللقاحات قد تمنع العدوى في الرئتين، وتمنع الالتهاب الرئوي الذي ينتج عنها، لكنَّها لا تَحُول دون حدوث العدوى في أي مكان آخر بالجسم (كالأنف، على سبيل المثال). ففي حال القرود التي تلقّت لقاحًا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

طوَّرَتْه جامعة أكسفورد في المملكة المتحدة، ثم عُرِّضت للفيروس، لاحظ العلماء وجود مستويات من المادة الوراثية للفيروس في أنوف الحيوانات تقارِب تلك الموجودة لدى الحيوانات التي لم تحصل على اللقاح[5]. ومثل هذه النتائج تعزز احتمالية الخروج بلقاح لمرض "كوفيد-19" يمنع حدوث الحالات المرضية الشديدة، وإنْ كان لا يمنع انتشار الفيروس.

وتشير أيضًا البيانات التي أمكن الحصول عليها من التجارب التي أجريت على البشر (رغم ندرتها) إلى أنَّ لقاحات مرض "كوفيد-19" تحثّ أجسامنا على صنع أجسام مضادة قوية مُحيِّدة للفيروس، وقادرة على اعتراض سبيله ومنْعه من إصابة الخلايا، لكنْ ما زال غير واضح ما إذا كانت مستويات هذه الأجسام المضادة مرتفعة بما يكفي لمنع حدوث عدوى جديدة، أم لا، ولا إلى متى تبقى هذه الجزيئات في الجسم.

ما مصدر الفيروس؟

يتفق معظم الباحثين على أنَّ فيروس "سارس- كوف-2" التاجي نشأ في الخفافيش على الأرجح، وفي خفاش حدوة الحصان على وجه التحديد؛ إذ إنَّ هذا النوع من الحيوانات هو مضيف لنوعين من الفيروسات التاجية، هما قريبان سلاليًّا من فيروس "سارس- كوف-2": أحدهما يُسمى RATG13، وعُثر عليه[6] في نوع يُعرف بـ"خفاش حدوة الحصان الوسطى" *Rhinolophus affinis* في مقاطعة يونان جنوبيّ غرب الصين في عام 2013. والجينوم الخاص به مطابق لجينوم فيروس "سارس- كوف-2" بنسبة تبلغ 96%. أمَّا ثاني أقرب فيروس مطابق لفيروس الجائحة، فهو فيروس RmYN02، وهو فيروس تاجي موجود في نوع "خفاش حدوة الحصان الماليزي" *Rhinolophus malayanus*، إذ إن تسلسله الجيني مطابق لذلك الخاص بفيروس "سارس-كوف-2" بنسبة 93%.

وهذا الاختلاف، الذي تبلغ نسبته 4% بين جينوم RATG13، و"سارس- كوف-2"، يعبِّر عن عقود من عملية التطوّر. ويرى الباحثون أن هذا يشير إلى أنَّ الفيروس ربما يكون قد مر عبر عائل وسيط، قبل أن يبدأ في الانتشار بين البشر، على غرار الطريقة ذاتها التي يُعتقد أنَّ الفيروس المسبِّب لـ"سارس" SARS قد انتقل بها من خفافيش حدوة الحصان إلى قط الزباد، ومن ثم إلى البشر.

ولكي يستطيع العلماء تتبع مسار فيروس "سارس- كوف-2" إلى أنْ وصل إلى البشر بصورة قاطعة، سوف يتعين عليهم التوصّل إلى حيوان يُعَد مضيفاً لنسخة مطابِقة للفيروس بنسبة تزيد على 99%؛ وهو احتمال معقد، نظرًا إلى أن الفيروس قد انتشر على نطاق شديد الاتساع بين البشر، الذين نقلوه بدورهم إلى حيوانات أخرى، كالقطط، والكلاب، وحيوانات المنك في المزارع.

وتعقيبًا على ذلك، يقول جانج جيجانج -اختصاصي علم الأحياء الدقيقة التطوري بجامعة يونان في مدينة كونمينج- إنَّ جهود المجموعات البحثية في الصين لعزل الفيروس من المواشي والأحياء البرية -ومنها قطط الزباد- لم تسفر عن أي نتيجة. وتبحث الفرق البحثية حاليًّا عن فيروس كورونا في عينات نسيجية مأخوذة من الخفافيش، وآكل النمل الحرشفي، وقطط الزباد.

1. Ellinghaus, D. *et al*. Preprint at medRxiv https://doi.org/10.1101/2020.05.31.20114991 (2020).
2. Long, Q.-X. *et al*. *Nature Med*. https://doi.org/10.1038/s41591-020-0965-6 (2020).
3. Grifoni, A. *et al*. *Cell* **181**, 1489–1501 (2020).
4. Ni, L. *et al*. *Immunity* **52**, 971–977 (2020).
5. van Doremalen, N. *et al*. Preprint at bioRxiv https://doi.org/10.1101/2020.05.13.093195 (2020).
6. Zhou, P. *et al*. *Nature* **579**, 270–273 (2020).
7. Zhou, H. *et al*. *Curr. Biol*. **30**, 2196–2203 (2020).

سؤال وجواب

عالِم رياضيات أطلق ثورة في علوم الفيزياء

كشف عالِم الفيزياء الرياضياتية، باري سيمون، في عام 1983 عن علاقة مثيرة للدهشة بين ظاهرة تحدث في المواد، وفرع من علوم الرياضيات يُعرف بالطوبولوجيا، وهو فرع يُعنى بدراسة الأشكال الفيزيائية التي تطرأ عليها تغيرات باستمرار. وفي الوقت الحالي، أثبت هذا المجال أهميته الشديدة في فهْم أشكال الموجات الكمّية التي تتكون عن طريق الإلكترونات الموجودة داخل مواد محددة، حيث يمكن لهذه الموجات أن تُكوِّن أشكالًا طوبولوجية مثل الدوّامات، والعُقد، والضفائر، كما تنتج العديد من الخواص الغريبة. وقد كان لأبحاث سيمون الفضل في تفسير ظاهرة غريبة ترتبط بالمقاومة الكمّية تُسمى "تأثير هول الكمّي"، التي سيشهد هذا الشهر مرور 40 عامًا على وضع أول توصيف لحدوثها في أحد أشباه الموصلات على يد عالِم الفيزياء الألماني كلاوس فون كليتزينج. ففي ظروف معينة، تتزايد المقاومة الكهربائية في المواد زيادة كبيرة -بالإمكان توقعها- بدلًا من التزايُد بصورة مطردة، ويرجع ذلك إلى سلوك الإلكترونات الطوبولوجي. وقد أوضح سيمون -بالتعاون مع زملائه- أن المعادلات التي وُضعت لتوصيف تأثير هول الكمّي كانت في حقيقتها تعبر عن ظاهرة طوبولوجية. ويستخدم الباحثون الآن الأفكار المستقاة من هذا المجال للتنبؤ بظواهر فيزيائية أخرى، ويأملون أن يصبح بإمكانهم استخدام ملاحظات فريق سيمون في مجالات معينة، مثل الحوسبة الكمّية. ومن هنا، أجرت دورية *Nature* حوارًا مع سيمون، لسؤاله عن الكيفية التي بدأ بها كل هذا، وعن العلاقة بين الفيزياء، والرياضيات.

ما الذي دفعك إلى التفكير بأن ثمة علاقة بين تأثير هول الكمّي، والطوبولوجيا؟

المثير للدهشة فيما يخص تأثير هول الكمّي هو أن ظاهرة يبدو أنها تحدث بصورة مطردة، يتضح لنا أنها مجزأة إلى كميات، أي تحدث على أقسام ذات قِيَم متمايزة. وعندما رأيت المعادلة التي وضعها ديفيد ثاولِس (عالم الفيزياء النظرية) لتفسير تأثير هول الكمّي، انصرف ذهني مباشرة إلى مبدأ في الطوبولوجيا يُعرف بالهوموتوبي (التماثل الطوبولوجي). وأبسط الأمثلة التي ترِد على الذهن لهذا المبدأ هو الكيفية التي يمكن بها لدائرةٍ ما أن تغيِّر باستمرار النقاط الفراغية التي تشغلها لتتحول إلى شكلها. وفي حال تحوُّل دائرة ما لتُمَاثِل دائرة أخرى، هناك نقطة محورية، هي: أن واحدة من الدائرتين تلتف حول الأخرى عددًا صحيحًا من المرات. وإذا قمنا بتغيير شكل الدالة التي تحقِّق ذلك التماثل باستمرار، سنجد أنّ قيمة هذا العدد لن تتغيّر.

أَشَرْتَ في أبحاثك إلى أن هذا التأثير الطوبولوجي، الذي يُطلَق عليه "عدد الالتفاف"، يجعل المقاومة في أشباه الموصلات تقفز بين قِيَم متمايزة، فهل كنت تعتقد أن هذا الاكتشاف سيحظى بالنجاح لهذه الدرجة؟

كنت أعي أن هذا الاكتشاف سيثير ضجة، لأنه سيجذب انتباه علماء فيزياء الطاقة العالية، ممن اعتادوا بالفعل التعامل مع أفكار من عالم الطوبولوجيا، لكنني لم أدرك أنه سيكون له هذا التأثير الذي استمر طويلًا في مجال فيزياء الأجسام الصلبة.

بوصفك عالِم رياضيات، هل تفكر بطريقة مختلفة عمّا يفكر به علماء الفيزياء النظرية؟

هناك خط يفصل فصلًا حادًّا بين عمل علماء الفيزياء وعلماء الرياضيات، وهو مسألة "البرهنة" على شيء ما بالمعنى الرياضياتي. إنه بالضبط الفارق بين الشرح، والبرهان. فالمجالان مختلفان تمامًا في أسلوبهما.

وكيف تصف العلاقة بين هذين المجتمعين العلميين؟

يعتمد هذا على المجالات الفرعية التي نحن بصددها. وعلى سبيل المثال، اعتاد علماء فيزياء المواد المكثفة على النظرة المتعالية التي ينظر بها إليهم مجتمع علماء فيزياء الطاقة العالية. وكمثال، كان عالِم فيزياء الجسيمات موري جيلمان يصف فيزياء المواد المكثفة بأنها "فيزياء الحالة المنحطة"، إلى حد أن هذا دفع علماء فيزياء المواد المكثفة إلى عدم النظر بتعالٍ إلى التخصصات الأخرى. كذلك جرت العادة بين علماء فيزياء الطاقة العالية، وعلماء الفيزياء المختصين بدراسة نظرية الأوتار على تبَنِّي نظرة سلبية تجاه الرياضيات. ويغيب أحيانًا الاحترام المتبادل بين هذه الأطراف.

وهل يمثل هذا ضررًا على الأبحاث؟

إنه ضار بالحياة بالتأكيد، فهو يجعلها أقل إمتاعًا، لكن هل يمثل ضررًا على مجالنا المهني؟ هل كان العِلْم سيتقدم أكثر لولاه؟ لا أعرف، لكن عندما يبلغ الأمر درجة تمنع فيها هذه القضايا الثقافية التعاوُن بين التخصصات، فهو يشكل عندئذ ضررًا كبيرًا، بيد أنه حتى لو كان العلماء أكثر قبولًا لبعضهم بعضًا، فليس واضحًا -في بعض الأحيان- ما إذا كان ذلك سيجعلهم قادرين على التعاوُن على نحو فعّال، أم لا.

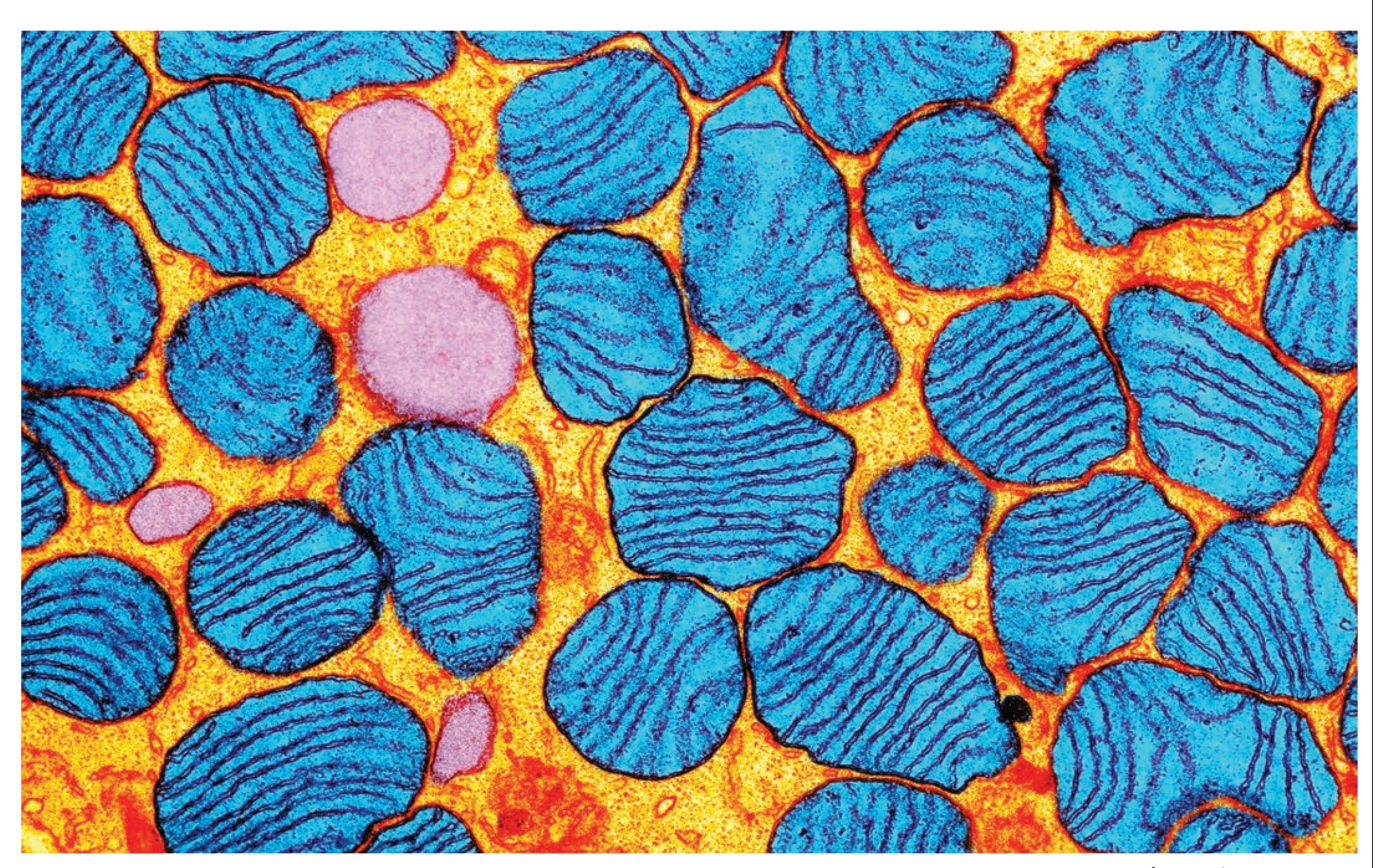
هل تَحسّن التفاعل بين هذين المجتمعين العلميين منذ عام 1980؟

ما زال هناك معسكر منفصل لكل تخصص، لكنّ المشهد العام قد تغيّر بشكل كبير. والاهتمام المتبادَل بين كلا المجالين صار أكبر ممّا كان عليه قبل 40 سنة. وتدهشني -على سبيل المثال- الطفرة التي طرأت على استخدام أفكار علم الطوبولوجيا في مجال فيزياء المواد المكثّفة. إنها مذهلة بحق.

أجرى الحوار: دافيديه كاستلفيكي

حُررت هذه المقابلة مراعاةً لطول المقال، والوضوح.

CNRI/SPL



الميتوكوندريا (باللون الأزرق) هي العُضيات المنتِجة للطاقة في الخلايا.

العلماء ينجحون في تعديل جينوم الميتوكوندريا بدقةٍ لأول مرة

إنزيمٌ غريب يُمكِّن الباحثين من دراسة أمراضٍ فتاكة، وربما علاجها.

هايدي ليدفورد

أتاح إنزيمٌ بكتيري غريب للباحثين تحقيق ما عجزت عنه حتَّى تقنية التعديل الجيني ذائعة الصيت "كريسبر-كاس9" CRISPR-Cas9؛ وهو إدخال تعديلاتٍ على جينومات الميتوكوندريا، التي تمثل البِنى الأساسية لإنتاج الطاقة في الخلايا.

يمكن لهذه التقنية -التي تعتمد على مقاربةٍ فائقة الدقة لتعديل الجينات، تُسمَّى "التعديل القاعدي" base editing- أن تُمكِّن الباحثين من تطوير طرقٍ لدراسة الأمراض التي تُسبِّبها الطفرات في جينوم الميتوكوندريا، وربما علاجها. وغالبًا ما تنتقل مثل هذه الأمراض وراثيًّا من الأم، وتعوق قدرة الخلية على توليد الطاقة. ورغم احتواء جينوم الميتوكوندريا على عددٍ قليلٍ من الجينات، مقارنةً بالجينوم النووي، فإنَّ تلك الطفرات قد تؤثر، بصفةٍ خاصة، على الجهاز العصبي والعضلات، ومنها عضلة القلب، بل إنها قد تفتِك بمن يرثونها.

لم يكن من السهل دراسة مثل هذه الأمراض، نظرًا إلى افتقار العلماء إلى طريقةٍ يمكنهم الاستناد إليها في تصميم نماذج حيوانية تملك التغيُّرات نفسها في جينوم الميتوكوندريا، ولكنْ باستخدام هذه التقنية الجديدة، تمكَّن الباحثون -للمرة الأولى- من إجراء مثل هذه التغييرات.

وفي هذا الشأن، يقول كارلوس موررايس، عالِم الجينات المتخصص في الميتوكوندريا بجامعة ميامي في ولاية فلوريدا الأمريكية: "إنه تطورٌ مثير للغاية. فالقدرة على تعديل الحمض النووي الميتوكوندري ستسمح لنا بطرح أسئلةٍ لم نكن نستطيع طرحها من قبل". وقد نُشِرَت الدراسة المذكورة في دورية *Nature* في الثامن من يوليو الماضي (B. Y. Mok *et al*. *Nature* http:// doi.org/d3gd; 2020).

مزيدٌ من الأدوات

مكَّنت تقنية "كريسبر-كاس9" الباحثين من إجراء تعديلاتٍ دقيقة على جينومات العديد من الكائنات الحية حسب رغبتهم، غير أنَّ هذه الأداة تستخدم شريطًا من الحمض النووي الريبي (RNA) لتوجيه إنزيم "كاس9" إلى المنطقة التي يرغب العلماء في تعديلها في الحمض النووي. وعلى الرغم من أن هذه الطريقة تُحقِّق نتائج جيدة في حالة الحمض النووي الموجود في نواة الخلية، لا يملك الباحثون طريقةً لإيصال ذلك الحمض النووي الريبي إلى داخل الميتوكوندريا المُحاطة بالأغشية.

وفي أواخر عام 2018، تلقَّى ديفيد لُو -عالِم البيولوجيا الكيميائية بمعهد برود، التابع لكل من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT)، وجامعة هارفارد في مدينة كامبريدج بولاية ماساتشوستس الأمريكية- رسالةً إلكترونية، مفادها أنَّ فريقًا يقوده جوزيف موجوس -عالِم البيولوجيا الدقيقة في جامعة واشنطن، الواقعة في مدينة سياتل في الجهة الأخرى من الولايات المتحدة- قد تمكَّن من اكتشاف إنزيمٍ غريب. كان هذا الإنزيم سُمًّا تنتجه بكتيريا *Burkholderia cenocepacia*، الذي ما إنْ يُصَادِف قاعدة السايتوسين في الحمض النووي (C)، حتى يُحوِّلها إلى قاعدة اليوراسيل في الحمض النووي الريبي (U). ولأنَّ قاعدة اليوراسيل -التي لا توجد عادةً في الحمض النووي- تسلُك مسلكًا مشابهًا لقاعدة الثايمين (T)، فإنَّ الإنزيمات الناسخة للحمض النووي في الخلية كانت تحوِّلها أثناء النسخ إلى قاعدة الثايمين. وهكذا، تُحوِّل تلك العملية بفعالية قاعدة السايتوسين إلى ثايمين في التسلسل الجينومي.

وقد استعان لُو بإنزيماتٍ مماثلة في تقنية التعديل القاعدي، التي تسمح للباحثين باستخدام مكونات تقنية "كريسبر-كاس9"؛ لتغيير نوع قواعد الحمض النووي. إلا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أنَّ هذه الإنزيمات، المُسمَّاة "نازعات المجموعات الأمينية من السيتيدين" cytidine deaminases، لا تؤثر عادةً إلا على الحمض النووي أحادي الشريط، في حين أن الحمض النووي في الخلايا البشرية يتألَّف من شريطين مَجْدُولَين معًا. لذا، كان لُو مضطرًا في الماضي إلى الاعتماد على إنزيم "كاس9" لكسر الحمض النووي، وتحويل منطقةٍ منه إلى منطقةٍ أحادية الشريط (غير مَجْدُولَة)، لكي تؤثر عليها الإنزيمات التي يستخدمها. ونظرًا إلى اعتماد تلك التقنية على شريط الحمض النووي الريبي المُوجِّه لإنزيم "كاس9"، فإنَّها لم تستطع الوصول إلى جينوم الميتوكوندريا.

وأما الإنزيم الذي اكتشفه فريق موجوس، والذي يُعرف باسم DddA، فبإمكانه أن يؤثر مباشرةً على الحمض النووي مزدوج الشريط، دون الاعتماد على إنزيم "كاس9" لكسره. وقد استنتج لُو وموجوس أنَّ ذلك ربما يجعله مناسبًا للوصول إلى جينوم الميتوكوندريا.

ورغم ذلك، فمن أجل تحويل إنزيم DddA إلى أداةٍ فعَّالة لتعديل الجينوم، كان على لُو أولًا أن "يكبح جماح" ذلك الإنزيم؛ فقدرته على تعديل الحمض النووي مزدوج الشريط تجعله فتَّاكًا أيضًا، لأنَّه إذا تُرِك طليقًا، خارجًا عن السيطرة، فسوف يُغيِّر كل قاعدة سايتوسين يُصادِفها. ولمنع ذلك، قَسَّم الفريق الإنزيم إلى جزءين لا يمكنهما تعديل الحمض النووي، إلَّا حين يجتمعان معًا في الوضعية الصحيحة. وللتحكم في تسلسُل الحمض النووي الذي يُعدِّله الإنزيم، أقدَمَ الفريق بعد ذلك على ربط كل نصفٍ منه ببروتيناتٍ مُهندَسة على النحو الذي يجعلها ترتبط بمواقع محددة في الجينوم.

دراسة الأمراض

يلفت لُو الانتباه إلى أنَّ تلك التقنية ما زالت بحاجة إلى كثيرٍ من العمل، قبل البدء في استخدامها لأغراض علاجية. وأضاف أنَّه على الرغم من أنَّ الدراسات الأولية التي أجراها فريقه رصدت حدوث عددٍ قليلٍ من التغييرات غير المرغوبة في الحمض النووي -وهي مشكلة شائعة في تقنية التعديل الجيني "كريسبر-كاس9"- فإنَّ هناك حاجة إلى إجراء مزيدٍ من الدراسات على أنواعٍ مختلفة من الخلايا.

وفي نهاية المطاف، قد تعزِّز هذه التقنية الطرق الحالية المُستخدَمة لمنع الإصابة بأمراض الميتوكوندريا، أو علاجها، ومنها -على سبيل المثال- الإجراء المعروف باسم "استبدال الميتوكوندريا"، الذي أجازته بلدان بالفعل، ويتضمَّن زرع نواة بويضة، أو جنين داخل بويضةٍ أو جنين يخصان إحدى المتبرعات، ويحتويان على ميتوكوندريا سليمة.

ويسعى الباحثون أيضًا إلى إصلاح طفرات الميتوكوندريا، معتمِدين في ذلك على أنَّ الخلايا قد تحتوي على آلاف النسخ من الجينوم الميتوكوندري، وأنَّ تلك النسخ كثيرًا ما تكون خالية من الطفرات المرتبطة بالمرض. وتجدُرُ الإشارة إلى أن عددًا من الباحثين، بينهم مورايس، يعكفون على تطوير إنزيماتٍ تدخل الميتوكوندريا، وتقطع الحمض النووي في موقع الطفرة الضارة. وبدلًا من إصلاح القطع، غالبًا ما تُحلِّل الميتوكوندريا الحمض النووي المُتضرِّر مباشرةً، لتتركها خاليةً من النسخة الطافرة من الجينوم؛ وهو ما يمهد الطريق أمام انتشار النسخة الطبيعية.

ويرى ميكال مينكزوك -عالِم الجينات، المتخصص في الميتوكوندريا بجامعة كامبريدج في المملكة المتحدة- أنَّ هذه المقاربة الجديدة قد تتيح للباحثين إصلاح هذه الطفرات، حتى عندما تفتقر الميتوكوندريا إلى نسخ طبيعية كافية من الجين. وأضاف قائلًا: "إنَّها خطوةٌ رائعة إلى الأمام".

النيوترينوات تكشف آخِر أسرار الاندماج النووي في الشمس

ما رصده الباحثون من جسيماتٍ تُنتَج في لُب الشمس يدعم نظريةً مقترحة منذ فترةٍ طويلة عن كيفية تزوُّد نجمنا بالطاقة.

دافيديه كاستلفيكي

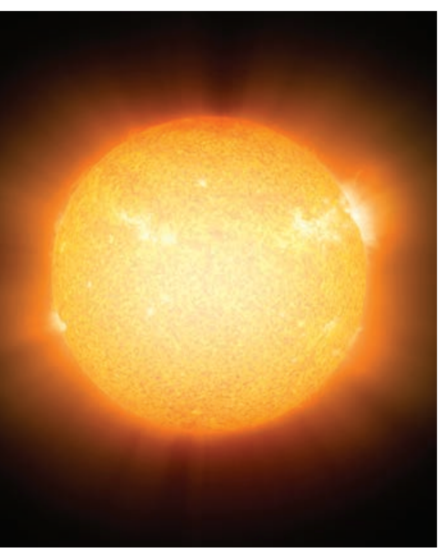
تمكَّن الفيزيائيون من كشف آخِر ما كان ينقصنا من تفاصيلِ عن كيفية تزوُّد نجمنا بالطاقة من عملية الاندماج النووي، وذلك عبر رصد النيوترينوات المنبعثة من لُب الشمس.

يؤكد هذا الكشف صحة توقعاتٍ نظرية مطروحة منذ عقود، مفادها أنَّ بعضًا من طاقة الشمس يَنتُج عن سلسلةٍ من التفاعلات التي تدخل فيها أنوية الكربون والنيتروجين. وتعمل هذه العملية على دمج أربعة بروتونات، لتكوين نواة هيليوم واحدة، وهو ما يؤدي إلى إطلاق اثنين من

"أنْ نؤكد بالفعل واحدًا من التوقعات الأساسية لنظرية البنية النجمية لهُوَ أمرٌ رائع على الصعيد الفكري".

النيوترينوات -أخف جسيمات المادة الأولية المعروفة- إضافةً إلى جسيماتٍ دون ذَرية أخرى، وكمياتٍ وفيرة من الطاقة. وهذا التفاعُل بين الكربون والنيتروجين (CN) لا يُمثِّل المسار الوحيد لتفاعلات الاندماج في الشمس، فهو يُنتِج أقل من 1% من طاقتها، لكن يُعتقَد أنَّه مصدر الطاقة الرئيس في النجوم الأكبر. وتُمثِّل هذه النتائج أول عملية رصد مباشرة للنيوترينوات الناتجة عن هذه العملية.

وعن ذلك الاكتشاف، يقول مارك بينسونوه، عالِم الفيزياء الفلكية في جامعة ولاية أوهايو بمدينة كولومبوس الأمريكية:



تنبعث النيوترينوات خلال تفاعلات الاندماج النووي في مركز الشمس.

DETLEV VAN RAVENSWAAY/SPL

"أنْ نؤكد بالفعل واحدًا من التوقعات الأساسية لنظرية البِنية النجمية لهُوَ أمرٌ رائع على الصعيد الفكري".

وقد أُعلِنَ عن هذه النتائج -التي لم تخضع بعد لمراجعة أقران- في الثالث والعشرين من يونيو الماضي، في مؤتمر النيوترينو الافتراضي لعام 2020، حين كشف عنها القائمون على مشروع تجربة "بوريكسينو" Borexino، التي تجرى تحت الأرض في وسط إيطاليا.

كانت المنشأة التي أُجري فيها المشروع هي أول موقع يرصد النيوترينوات مباشرةً من خلال ثلاث خطواتٍ منفصلة خاصة بتفاعلٍ آخر، يُسمَّى التفاعل المتسلسل بين البروتونات، وهو التفاعُل الذي يشكل النسبة الغالبة من عمليات الاندماج النووي في الشمس[1-3]. وتعقيبًا على هذا الحدث، قال جواكينو رانوتشي، عالِم الفيزياء بجامعة ميلان في إيطاليا، وأحد المتحدثين باسم المشروع، الذي عَرَض تلك النتائج في المؤتمر: "بهذه النتيجة، تكون تجربة بوريكسينو قد كشفت تمامًا العمليتين اللتين تزوّدان الشمس بالطاقة".

وتُعَد تلك النتائج آخِر الإنجازات الهائلة التي حققها مشروع "بوريكسينو"، الذي ربما يتوقف في غضون عام، بعد أن حقَّق ذلك الاكتشاف. وفي هذا الصدد، يقول ماركو بالافيتشيني، عالِم الفيزياء بجامعة جنوه في إيطاليا، والمتحدث الآخَر باسم المشروع: "لقد أنهينا التجربة باكتشافٍ مدوٍّ".

الراصد البالوني

تجري تجربة "بوريكسينو" لدراسة النيوترينوات الشمسية منذ عام 2007 في قاعةٍ تمتد إلى أكثر من كيلومتر تحت الصخور في مختبرات جران ساسو الوطنية بالقرب من مدينة لاكويلا في إيطاليا. وجهازُ الرصد المستخدَم في التجربة هو بالونٌ ضخم من مادة النايلون، مملوء بكميةٍ تبلغ 278 طنًّا من الهيدروكربونات السائلة، ومغمور في الماء. وعندما تمر تقريبًا جميع النيوترينوات القادمة من الشمس سريعًا عبر الأرض في خطٍ مستقيم، وكذلك عبر موقع تجربة بوريكسينو، فإنَّ عددًا ضئيلًا منها يرتد عن الإلكترونات الموجودة في الهيدروكربونات، منتِجًا ومضاتٍ ضوئيّة تلتقطها المستشعرات الفوتونية في خزَّان المياه.

ونظرًا إلى أنَّ سلسلة التفاعل بين الكربون والنيتروجين مسؤولة عن نسبة صغيرة فحسب من عمليات الاندماج في الشمس، فإنَّ النيوترينوات الناتجة عنها تتسم نسبيًّا بالندرة. وإضافةً إلى ذلك، فمن السهل الخلط بينها وبين النيوترينوات الناتجة عن الانحلال الإشعاعي لعنصر البزموث-210، وهو نظيرٌ يتسرب من النايلون المصنوع منه البالون إلى خليط الهيدروكربونات.

ورغم أنَّ معدل التلوث بنظير البزموث ضئيل للغاية،

إذ ينحل بضع عشراتٍ على الأكثر من نويات البزموث يوميًّا في تجربة "بوريكسينو"، فإنَّ فصل الإشارة الشمسية عن التشويش الناتج عن انحلال البزموث تطلَّب جهدًا مضنيًا، بدأ في عام 2014، حيث لم يتسنَّ للقائمين على التجربة منع البزموث-210 من التسرُّب خارج البالون، ولذا، استهدفوا خفض معدل تسرُّبه إلى منتصف السائل، مع تجاهل الإشارات الواردة من الحواف الخارجية. ولتحقيق هذا، كان الفريق بحاجة إلى التحكم في أي اختلالات في درجة الحرارة في جميع أنحاء الخزان، إذ قد تتسبب هذه الاختلالات في توليد حِملٍ حراري، ومن ثمَّ تؤدي إلى امتزاج محتويات الخزان بسرعةٍ أكبر. ويقول بالافيتشيني عن ذلك: "لا بد أن يكون السائل ساكنًا إلى حد استثنائي، بحيث لا يتحرك إلَّا بمقدار بضعة أعشار من السنتيمترات شهريًّا على الأكثر".

وللحفاظ على الهيدروكربونات عند درجة حرارة ثابتة ومُوَحَّدة، غلَّف الباحثون الخزان بأكمله بغطاءٍ عازل، وركَّبوا مبادلاتٍ حرارية لموازنة درجة الحرارة تلقائيًّا في جميع أرجاء الخزان، ثم انتظروا. ولم تتراجع قوة تشويش البزموث بما يكفي لتتضح إشارة النيوترينونات إلَّا في عام 2019. وبحلول أوائل عام 2020، كان الباحثون قد تمكنوا من جمع عددٍ كافٍ من الجسيمات، ليعلنوا بحسم أنَّهم قد رصدوا نيوترينواتٍ ناتجة عن سلسلة تفاعل الاندماج النووي بين الكربون والنيتروجين.

وعن هذا الكشف، قال ألدو سيرينيللي، عالِم الفيزياء الفلكية بمعهد علوم الفضاء في مدينة برشلونة بإسبانيا: "إنَّه أول دليل مباشر حقًّا على أنَّ الهيدروجين الذي يحترق في التفاعل بين الكربون والنيتروجين يؤدي وظيفةً ما في النجوم. ولذا، هذا مدهش حقًّا".

توقعاتٌ بشأن سطح الشمس ولُبِّها

إضافةً إلى تأكيد التوقعات النظرية بشأن مصدر طاقة الشمس، فإنَّ رصد نيوترينوات التفاعل بين الكربون والنيتروجين يمكن أن يُسلِّط الضوء على بِنْية لُب الشمس؛ وتحديدًا تركيزات العناصر التي يُطلق عليها علماء الفيزياء الفلكية اسم المعادن (العناصر الأثقل من الهيدروجين، والهيليوم).

وفي هذا الصدد، تبدو كميات النيوترينونات التي رصدتها تجربة "بوريكسينو" متسقةً مع النماذج القياسية التي تقضي بأنَّ "وفرة العناصر المعدنية" في لُب الشمس تكافئ وفرتها في سطحها، غير أنَّ الدراسات الأحدث بدأت تُشكِّك في هذا الافتراض، حسبما أوضح سيرينيللي، إذ تشير هذه الدراسات إلى أنَّ تلك العناصر متوفرةٌ بكميةٍ أقل في لُب الشمس. ولمَّا كانت هذه العناصر تُنظِّم سرعة انتشار الحرارة من اللُّب، فإنَّ ذلك يعني ضمنيًّا أنَّ لُب الشمس أبرد قليلًا مما قُدر سابقًا، لكن سيرينيللي أوضح أنَّ إنتاج النيوترينوات يتأثر بشدة بدرجة الحرارة، وأنَّه بالنظر إجمالًا إلى كميات النيوترينونات المختلفة التي رصدتها تجربة "بوريكسينو"، فإنَّها تبدو متسقةً مع التقديرات القديمة لوفرة العناصر المعدنية في لُب الشمس، وليس مع التقديرات الجديدة.

وكتفسيرٍ مُحتَمل لذلك، أشار سيرينيللي وعلماء فيزياء فلكية آخرون إلى أنَّ لُب الشمس ربما يتوفر به قدرٌ أكبر من العناصر المعدنية، مقارنةً بالطبقات الخارجية. ويمكن لتكوينه أن يكشف المزيد عن المراحل المبكرة من عمر الشمس، التي تسبَّب بعدها تشكُّل الكواكب في إزالة بعضِ المعادن التي كانت تتراكم على النجم اليافع.

1. Bellini, G. *et al. Phys. Rev. Lett.* **107**, 141302 (2011).
2. Bellini, G. *et al. Phys. Rev. Lett.* **108**, 051302 (2012).
3. Bellini, G. *et al. Nature* **512**, 383–386 (2014).

لقاح روسيا المتعجل يواجه عاصفة من الانتقادات بشأن اعتبارات السلامة

اللقاح الروسي هو أوّل التحصينات التي تحصل على تصريح بالاستخدام على نطاق واسع، ولكن الباحثين يرون أنه ربما يكون مصحوبًا بعواقب جسيمة، نظرًا إلى عدم خضوع هذا اللقاح لاختبارات واسعة النطاق.

إوين كالاواي

أعلن الرئيس الروسي فلاديمير بوتين، في الحادي عشر من أغسطس الماضي، أن الهيئة التنظيمية لشؤون الصحّة في بلاده أصبحت أول جهة في العالم تصرّح باستخدام لقاح لفيروس كورونا على نطاق واسع، إلا أن علماء من شتّى أنحاء العالم أدانوا هذا القرار، ووصفوه بالمتسرع على نحو يُنذر بالخطر. ويعلل باحثون ذلك بأن روسيا لم تستكمل بعد التجارب واسعة النطاق لاختبار سلامة اللقاح وفاعليته، وبالتالي فإن طرح لقاح لم يخضع لعملية فحص دقيقة من شأنه أن يمثل خطرًا على الأشخاص الذين يتلقونه. كما يرجح الباحثون أن هذه الخطوة يمكن أن تعوق الجهود العالمية التي تهدف إلى تطوير تحصينات عالية الكفاءة في مواجهة مرض "كوفيد-19" COVID-19.

ويقول بيتر هوتيز، عالِم اللقاحات في كليّة بايلور للطب في هيوستن بولاية تكساس الأمريكية: "ما يقلق مجتمع علماء اللقاحات، هو احتمالية تخطي الروس لمثل هذه التدابير والخطوات، فإذا فعلوا هذا الأمر على نحو خاطئ، فقد يتسبب ذلك في تقويض المشروع العالمي بأكمله".

أما فرانسوا بالو، عالم الوراثة في كلية لندن الجامعية، فقد وصف القرار الروسي -في بيان نشره المركز الإعلامي للعلوم في المملكة المتحدة- بأنه: "قرار متهوّر وأخرق؛ حيث إنّ إجراء حملة تطعيم واسعة النطاق باستخدام لقاح لم يخضع لاختبارات سليمة هو أمر غير أخلاقي. وأي مشكلة تطرأ بسبب حملة التطعيمات الروسية هذه ستكون لها نتائج كارثية، سواء بسبب التأثيرات السلبية على الصحة، أم لِمَا قد ينتج عنها من مزيد من التراجع في مدى قبول اللقاحات بين أفراد المجتمع".

وقد صرّح الرئيس بوتين في بيانه أن الهيئة التنظيمية الروسية المعنية بشؤون الصحّة في البلاد قد سمحت بتداول لقاح "كوفيد-19"، الذي طوّره معهد أبحاث جماليا لعلوم الأوبئة والبيولوجيا الدقيقة، الذي يقع مقره في مدينة موسكو، على الرغم من عدم اكتمال تجارب المرحلة الثالثة بعد. وتتضمن تلك التجارب حقْن آلاف البشر، إما باللقاح الحقيقي، أو بلقاح وهمي، ثم متابعة حالاتهم؛ لتِبْيَان ما إذا كان اللقاح يمنع حدوث العدوى، أم لا. كما تتيح تلك التجارب للباحثين فرصة التأكد من سلامة اللقاح، وتقصّي آثاره الجانبية الأكثر ندرة، التي ربما لم تتسنَ ملاحظتها في تجارب المراحل السابقة التي تُجرى على نطاق أضيق. ويقول وزير الصحة الروسي، ميخائيل موراشكو، إن اللقاح سيُقدَّم إلى المواطنين على نحو تدريجي، وسيكون العاملون في مجال الصحّة والمُدرِّسون أول مَن يتلقونه.

جدير بالذكر أنه جارٍ تطوير أكثر من مئتي لقاح لـ"كوفيد-19" في شتَّى أَنحاء العالم، وأنّ العديد من تلك اللقاحات دخل بالفعل في المرحلة الثالثة من التجارب، ومن المقرر إخضاع المزيد من اللقاحات المُرشّحة لتجارب المرحلة الثالثة في القريب، إلا أن الباحثين يعتقدون أن الأمر سوف يستغرق شهورًا، قبل التصريح باستخدام أول لقاح من بينها.

الافتقار إلى البيانات

قُدّم اللقاح الذي يطوّره معهد "جماليا" لـ76 متطوّعًا، كجزءٍ من مرحلتين مبكرتين من التجارب، أُدرجتا بموقع ClinicalTrials.gov، لكن لم تُنشر أيّ نتائج لتلك التجارب أو غيرها من دراسات المراحل قبل الإكلينيكية، ولا يُعرف سوى القليل بشأن اللقاح التجريبي.

وحسب المعلومات المُدرجة على موقع ClinicalTrials.gov، أُعِد اللقاح، الذي يُعطى على جُرعتين، من اثنين من الفيروسات الغدّية التي تُعبّر عن البروتين الشوكي الخاص بفيروس كورونا؛ إذ تتكوّن الجرعة الأولى من فيروس Ad26 -وهي السلالة نفسها التي استخدمتها شركتا "جونسون آند جونسون" Johnson & Johson للصناعات الدوائية، وشركة "جانسن" Janssen التابعة لها، إبان تطويرهما للقاح تجريبي- فيما تُصنع الجرعة الثانية "المُعزِّزة" من فيروس Ad5 على غرار تلك التي شملتها إحدى الحقن التجريبية، التي تعكف شركة "كانسينو بيولوجيكس" CanSino Biologics على تطويرها في الصين.

ووفقًا لشهادة تسجيل اللقاح، الصادرة باللغة الروسية، تكونت لدى جميع المشاركين الذين تلقّوا جرعة أو جرعتين من اللقاح -ويبلغ عددهم 38 شخصًا- أجسامٌ مضادة للأشواك البروتينية الخاصة بفيروس "سارس-كوف-2" SARS-CoV-2، من بينها أجسام مضادة مُحيّدة تتسم بفعاليتها في تثبيط الجزيئات الفيروسية. وتضاهي هذه النتائج نظيرتها من تجارب المراحل المبكّرة التي أُجريت على لقاحات مرشّحة أخرى. وينطبق الأمر كذلك على الآثار الجانبية للقاحات؛ لا سيّما الحُمى، والصداع، وتهيّج الجلد عند موضع الحَقن.

يتوقّع هوتيز أن يحفّز لقاح معهد "جماليا" استجابة مناعية جيدة ضد "سارس-كوف-2"، قائلًا: "إن الجانب



الرئيس فلاديمير بوتين يتلقّى تقريرًا مصوّرًا عن الموافقة على لقاح فيروس كورونا.

التقني الذي يلزم لتطوير لقاح "كوفيد-19" ليس بالغ التعقيد"، لكنه يضيف قائلًا: "إلا أن الشّق الصعب يتمثّل في الالتزام بإنتاج تلك اللقاحات بالمعايير العامة للجودة (مراقبة الجودة، وضمانها)، وبعد ذلك تأتي مرحلة التأكد من أن تلك اللقاحات آمنة، وتحقق بالفعل وقاية من "كوفيد-19" في المرحلة الثالثة من التجارب الإكلينيكية واسعة النطاق".

غير أننا لا نعرف سوى القليل عمّا يتعلق بخطط تجارب المرحلة الثالثة المقررة للقاح "جماليا"، إذ يقول داني ألتمان، عالِم المناعة في كلية لندن الإمبراطورية: "ببساطة.. لم أعثر على أيّ تفاصيل منشورة عن بروتوكول هذه العملية". ويأمل داني في أن تُتابِع التجارب -عن كَثَب- الاستجابات المناعية عند المشاركين، وأن تتقصّى كذلك أيّ آثار جانبية.

وحسبما نقلت وكالة الأنباء الروسية "تاس" TASS، المملوكة للدولة، فإن رئيس أحد صناديق الاستثمار التي تدعمها الحكومة الروسية قال إنه من المقرر إخضاع اللقاح للمرحلة الثالثة من التجارب في الإمارات العربية المتّحدة، والمملكة العربية السعودية، وبلدان أخرى. وتابع المسؤول قائلًا إن بلاده تلقّت طلبات شراء بلغت مليار جرعة من 20 بلدًا من أمريكا اللاتينية، والشرق الأوسط، وآسيا، ومن بِقاع أخرى من العالم، مؤكدًا أن عمليات التصنيع مستعدة لإنتاج 500 مليون جرعة، وثمّة خطط لرفع الطاقة الإنتاجية.

"تصريح أخرق بالاستخدام"

يعرب ألتمان عن قلقه من احتمالية أن يتسبب اللقاح في مرضٍ متفاقم، ينشأ حينما تحمل الأجسام المضادة -التي ينتجها اللقاح- الفيروس إلى داخل الخلايا، بعد التعرض للفيروس. وثمة مشكلة أخرى، قد تتمثل في رد فعل مناعي شبيه بالربو، الذي أصبح مشكلة مطروحة إبان اختبار بعض اللقاحات التجريبية المضادة لفيروس متلازمة الالتهاب التنفسي الحاد "سارس" SARS. وتتطلّب عملية رصد ردود الأفعال المناعية هذه عَقْد مقارنة بين آلاف ممن تلقّوا لقاحًا أو دواءً وهميًّا، ويُحتمل تعرّضهم لفيروس "سارس-كوف-2".

وتقول سفيتلانا زافيدوفا، مديرة الاتحاد الروسي لهيئات التجارب الإكلينيكية، التي تتعاون مع شركات أدوية دولية ومنظّمات بحثية: "إنه لأمر عبثي بالطبع أن يُصرّح باللقاح بناءً على تلك البيانات". كما تخشى زافيدوفا، في ظل غياب تجارب المرحلة الثالثة، مِن عدم وضوح ما إذا كان اللقاح يمنع الإصابة بمرض "كوفيد-19"، أم لا، وما إذا كان يتسبب في أيّ آثار جانبية، أم لا، بسبب مَواطن القصور التي تعتري الطريقة التي ترصد بها روسيا الآثار الناجمة عن الأدوية، مضيفة: " منظومتنا الخاصة بمراقبة السلامة ليست الأفضل، حسب ظنّي". كما تتخوّف زافيدوفا أيضًا من أنْ تكون الموافَقة على اللقاح "مؤذية جدًّا" على صعيد الجهود المبذولة لإخضاع لقاحات أخرى مضادة لـ"كوفيد-19" -وأدوية أخرى كذلك- للتجارب الإكلينيكية في روسيا.

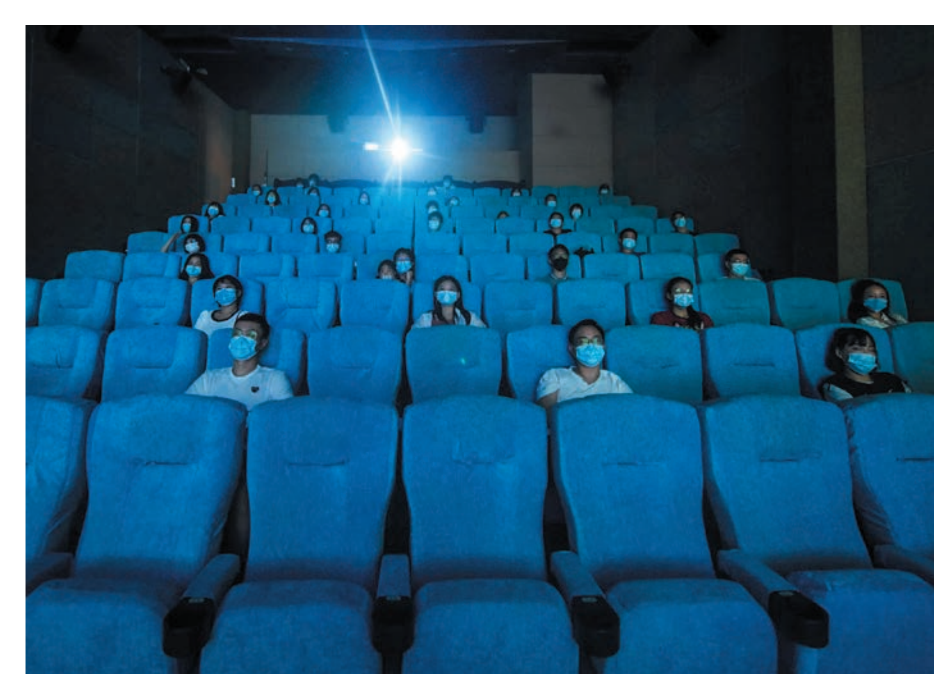
ومن جانبه، يقول فلوريان كرامر، عالِم الفيروسات في مدرسة طب ماونت سيناي بمدينة نيويورك الأمريكية، في "تغريدة" نشرها عبر موقع "تويتر" Twitter: "لست متأكّدًا مما تعتزم روسيا فعله، ولكنني على يقين من أنني لن أتلقى لقاحًا لم يخضع للمرحلة الثالثة من التجارب، إذ لا يعرف أحدٌ ما إذا كان اللقاح آمنًا، أو فعّالًا في مواجهة الفيروس، أم لا. إنهم يُعرّضون العاملين في مجال الرعاية الصحّية ومواطني بلادهم للخطر".

مستقبَل جائحة فيروس كورونا الجديد

يعكف الباحثون على وضع مجموعةٍ من السيناريوهات لتوقُّع المشهد في السنوات القليلة القادمة. **بقلم ميجان سكوديلاري**



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



AFP/GETTY

يتبع روّاد السينما في هانجتشو بالصين معايير جديدة للتباعد وارتداء الكمامات.

تخيَّل أنَّك الآن في شهر يونيو من عام 2021، وأنَّ العالَم قضى عامًا ونصف العام يرزح تحت وطأة جائحة فيروس كورونا، وما زال الفيروس ينتشر بوتيرةٍ بطيئة، وأصبح المعتاد هو أن تُطبَّق تدابير الإغلاق من حينٍ إلى آخر. ومع أنه صار لدينا لقاحٌ مُعتمَد، يُكسِبنا الحماية من الفيروس لمدة ستة أشهر، فإنَّ توزيعه قد تأخَّر بسبب صفقات تعقدها الدول بين بعضها بعضًا. وقد أُصيبَ بالفيروس ما يُقدَّر بمائتين وخمسين مليون شخص حول العالم، وتُوفِّيَ 1,75 مليون مصاب من جرائه.

تتوقع السيناريوهات المماثلةُ التطورات المحتملة لجائحة "كوفيد-19"[1]. ففي جميع أنحاء العالم، يعكف علماء الوبائيات على وضع توقعاتٍ للمدى القصير للجائحة، وكذلك للمدى الطويل لها، وذلك للاستعداد لمواجهة انتشار فيروس "سارس-كوف-2" المُسبِّب لمرض "كوفيد-19"، والآثار الناجمة عنه، وربما للنجاح أيضًا في تخفيف انتشاره وآثاره. ورغم اختلاف توقعات واضعي النماذج، والأطر الزمنية التي يخرجون بها، إلا أنهم يتفقون على أمرين، أولهما: أنَّ مرض "كوفيد-19" سيستمر في الانتشار لوقتٍ طويل، وثانيهما: أنَّ المستقبَل مرهونٌ بكثيرٍ من العوامل المجهولة، منها ما إذا كان البشر سيطورون مناعةً طويلة المدى تجاه الفيروس، أم لا، وما إذا كان انتشاره يتأثر بتغيُّر فصول السنة، أم لا. وهناك عاملٍ آخر، ربما يكون الأكثر أهمية، وهو الخيارات التي تتخذها الحكومات والأفراد. وعن ذلك، تقول روزاليند إيجو، خبيرة نمذجة الأمراض المُعْدية في كلية لندن للصحة والطب المداري (LSHTM): "ثمة عددٌ كبير من المناطق يُنهي حاليًّا تدابير الإغلاق، وهناك عددٌ كبير أيضًا مستمر في تطبيقها. ولا نعرف حقًّا ماذا سيحدث".

ويضيف جوزيف وو -خبير نمذجة الأمراض في جامعة هونج كونج- قائلًا: "سيعتمد المستقبل اعتمادًا كبيرًا جدًّا على درجة الاختلاط الاجتماعي التي سنعود إليها، وعلى سبل الوقاية التي نتبعها". وفي هذا الصدد، تشير النماذج والأدلة الحديثة، المُستقاة من تجارب الإغلاق الناجحة، إلى أنَّ التغيرات السلوكية يمكنها أن تقلل من انتشار مرض "كوفيد-19"، إذا تبنَّاها معظم الناس، وليس بالضرورة جميعهم.

ويُذكر أنه في الأسبوع الأخير من شهر يوليو الماضي، تجاوز عدد الإصابات المؤكدة بالمرض 15 مليون إصابة على مستوى العالم، ووصل عدد الوفيات إلى حوالي 650 ألف حالة. وقد بدأت بلدان عديدة في تخفيف تدابير الإغلاق، ودفع هذا بعض الناس إلى افتراض أنَّ الجائحة أضحت في نهايتها، حسبما أوضح يوناتان جراد، عالِم الوبائيات في كلية هارفارد تي. إتش. تشان للصحة العامة في مدينة بوسطن

> **"السلوكيات يمكِنها أنْ تُحْدِث فارقًا كبيرًا في انتشار المرض، حتى بدون إجراء الفحوص، أو استخدام اللقاحات".**

بولاية ماساتشوستس الأمريكية، الذي أضاف: "لكنَّ هذا اعتقاد يجافي الصواب. فما زال أمامنا طريقٌ شاق وطويل".

وعلى سبيل المثال، إذا استمرت المناعة تجاه الفيروس لمدةٍ تقل عن عام، كما يحدث في حال فيروسات كورونا الأخرى السارية بين البشر، فربما نشهد زياداتٍ سنوية حادة في أعداد حالات الإصابة بمرض "كوفيد-19"، تستمر إلى عام 2025، وبعده. لذا، في هذا التحقيق الإخباري، تستعرض دورية *Nature* توقعات العِلْم للوضع في الأشهر والسنوات القادمة.

ماذا يحمل لنا المستقبل القريب؟

تختلف تطورات الجائحة من مكانٍ إلى آخر. وهناك دول -مثل الصين، ونيوزيلندا، ورواندا- تمكنت من خفْض أعداد الحالات بها بعد تطبيق تدابير الإغلاق لمدٍ متفاوتة، وتُخفِّف هذه البلدان حاليًّا القيود التي فرضتها، بينما تتابِع الوضع تحسبًا لوقوع أيِّ ارتفاع مفاجئ في انتشار المرض، بيد أنه في دولٍ أخرى -مثل الولايات المتحدة، والبرازيل- تشهد أعداد الحالات زيادةً سريعة في الوقت الحالي، بعد أن أنهت حكومات بعض تلك الدول سريعًا تدابير الإغلاق التي كانت تطبقها، أو لأنَّ بعضها الآخر لم يُطبق هذه التدابير من الأساس على الصعيد الوطني.

وهذه المجموعة الأخيرة من الدول تثير قلقًا بالغًا لدى خبراء النمذجة. وعلى سبيل المثال، في جنوب أفريقيا، التي جاءت، وقت كتابة هذا التحقيق، في المرتبة الخامسة على مستوى العالم بين الدول الأعلى من حيث العدد الإجمالي لحالات المرض فيها، يُقدِّر اتحادٌ من واضعي النماذج[2] أنَّ البلد يمكنه توقُّع حدوث ذروةٍ في عدد حالات الإصابة بالمرض فيه في شهر أغسطس، أو سبتمبر، ليصل عدد الحالات النشطة إلى حوالي مليون حالة، وبحيث يصل العدد التراكمي للحالات التي تظهر عليها الأعراض إلى 13 مليون حالة بحلول أوائل شهر نوفمبر. وفيما يتعلق بموارد مستشفيات هذا البلد، تقول جولييت بوليام، مديرة مركز جنوب أفريقيا للنمذجة والتحليلات الوبائية في جامعة ستيلينبوش: "نتجاوز حاليًّا بالفعل القدرة الاستيعابية للمستشفيات في بعض المناطق. ولذا، أعتقد أنَّ أفضل سيناريو يمكن توقعه في حالتنا ليس جيدًا".

لكن هناك أنباءٌ تبعث على التفاؤل مع تخفيف حدة تدابير الإغلاق، إذ تشير الأدلة الأولية إلى أنَّ التغيرات في السلوكيات الشخصية، مثل غسل اليدين، وارتداء الكمامات، ما تزال مستمرةً، حتى بعد إنهاء تدابير الإغلاق المُشدَّدة، وتساعد بهذا على كبح زيادة الإصابات. ففي تقريرٍ[3] صدر في شهر يونيو الماضي، وجد فريقٌ بحثي يعمل في مركز "إم آر سي" لتحليلات الأمراض المعدية العالمية -التابع لجامعة إمبريال كوليدج لندن- أنَّه من بين 53 دولة بدأت بالفعل تخفيف تدابير الإغلاق، لم تشهد أي دولةٍ زيادة كبيرة في عدد الإصابات كما كان متوقعًا على أساس البيانات السابقة. وأوضح سمير بهات، عالِم الوبائيات المتخصص في الأمراض المعدية بجامعة إمبريال كوليدج لندن، وأحد المؤلفين المشاركين في إعداد هذا التقرير، قائلًا: "لقد أُبخس تقدير مدى تغيُّر سلوكيات الأفراد، من ناحية ارتداء الكمامات، وغسل اليدين، والتباعد الاجتماعي، إذ لم تعد تلك السلوكيات كما كانت من قبل على الإطلاق".

والباحثون في بؤر انتشار الفيروس يدرسون مدى جدوى هذه السلوكيات. ففي جامعة أنيمبي مورومبي، الواقعة بمدينة ساو باولو في البرازيل، عكف على دراسة هذه السلوكيات الباحث أوسمار بينتو نيتو، المتخصص في علم البيولوجيا الحوسبية، إذ أجرى مع زملائه عمليات محاكاة بأكثر من 250 ألف نموذج رياضي لاستراتيجياتٍ خاصة بالتباعد الاجتماعي، تُوصف بأنَّها إمّا تُطبَّق باستمرار، أو على نحوٍ متقطع، أو أنَّ تطبيقها يتراجع تدريجيًّا، إلى جانب تدخلاتٍ سلوكية، مثل ارتداء الكمامات، وغسل اليدين، مع تخفيف القيود المفروضة تدريجيًّا في عمليات المحاكاة.

وخلُص الفريق إلى أنَّه إذا التزمت نسبةٌ تتراوح بين 50%، و65% من الناس بالحذر في الأماكن العامة، فإنَّ تخفيف تدابير التباعد الاجتماعي المُطبَّقة كل 80 يومًا قد يساعد على منع حدوث المزيد من حالات ذروة تفشي الفيروس على مدار العامين القادمين[4]. ويقول نيتو: "سنحتاج إلى تغيير ثقافة التعامل مع الآخرين". ويضيف قائلًا: "إجمالًا،

من المُبشِّر أن نَعْلَم أنَّ السلوكيات يمكنها أن تُحدِث فارقًا كبيرًا في انتشار المرض، حتى بدون إجراء الفحوص، أو استخدام اللقاحات".

وهذه المفاضلة بين تدابير الإغلاق وإجراءات الوقاية الشخصية درسها أيضًا الباحث خورخي فيلاسكو هيرنانديز، خبير نمذجة الأمراض المعدية من جامعة المكسيك الوطنية المستقلة في مدينة جوريكويلا، متعاونًا في ذلك مع زملائه. ووجدوا أنَّه إذا التزم 70% من سكان المكسيك بإجراءات الوقاية الشخصية، مثل غسل اليدين، وارتداء الكمامات، في أعقاب عمليات الإغلاق الطوعية التي بدأت في أواخر مارس، فإنَّ تفشي الفيروس في البلاد سيتراجع بعد وصوله إلى ذروته في أواخر مايو، أو أوائل يونيو[5]. لكنَّ حكومة المكسيك أنهت تطبيق تدابير الإغلاق في الأول من يونيو، وثبت المعدل المرتفع للوفيات الأسبوعية الناجمة عن مرض "كوفيد-19"، بدلًا من أن يتراجع. ويرى فريق هيرنانديز أنَّ هناك عطلتَين رسميتَين انتشر فيهما الفيروس على نحوٍ فائق، وتسببتا في ارتفاع معدلات العدوى قبيل إلغاء الحكومة للقيود المفروضة[6].

أما بالنسبة إلى المناطق، التي يبدو أنَّ المرض ينحسر فيها، فيقول الباحثون إنَّ أفضل نهج يمكن تطبيقه هو متابعة الوضع بعناية، عن طريق إجراء الفحوص، وعزل الحالات الجديدة، وتتبع مخالطيها. وهذا هو الوضع في هونج كونج، على سبيل المثال، إذ يقول وو: "نُجري حاليًّا التجارب، ونسجل الملاحظات، ونُعدِّل أساليبنا ببطء". ويَتوقع وو أن تمنع هذه الاستراتيجية حدوث زيادةٍ كبيرة في أعداد حالات الإصابة، إلا إذا جلبت الزيادة في حركة النقل الجوي عددًا كبيرًا من الحالات من خارج البلاد.

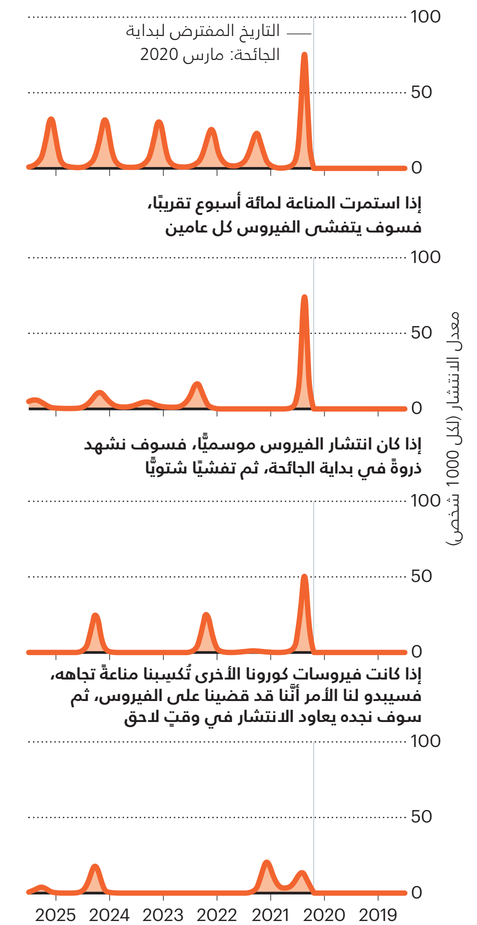
والسؤال المطروح الآن، إلى أيّ مدى يلزم تتبع المخالطين، وعزل المصابين، كي يمكن احتواء تفشي المرض بفعالية؟ للإجابة عن هذا السؤال، عكفت مجموعة العمل المعنية بمرض "كوفيد-19" في مركز النمذجة الرياضية للأمراض المعدية -التابع لكلية لندن للصحة والطب المداري- على إجراء تحليل[7] يحاكي موجات تفشي جديدة للمرض، تختلف فيما بينها في درجة انتشار العدوى، وتبدأ إما بخمس حالاتٍ وافدة من خارج البلد، أو بعشرين، أو بأربعين حالة. وخلُص الفريق إلى أنَّ تتبع المخالطين يجب أن يتسم بالسرعة والشمول لاحتواء موجات التفشي، بمعنى تتبع 80% من المخالطين في غضون بضعة أيام. وتقول إيجو، التي شاركت في تأليف الورقة الخاصة بذلك التحليل، إنَّ المجموعة تُقيِّم الآن فعالية أساليب تتبُّع المخالطين باستخدام الأجهزة الإلكترونية، والمدة المناسبة لعزل مَن تعرضوا للفيروس في الحجر الصحي. وتضيف قائلة: "من المهم حقًّا موازنة الاستراتيجية التي نطبقها بين كونها مقبولةً بالفعل للناس، وبين كونها قادرةً على احتواء تفشي المرض".

وقد يكون من شبه المستحيل تتبُّع 80% من المخالطين في المناطق التي ما زالت تواجه آلاف الإصابات الجديدة كل أسبوع. والأدهى من ذلك، أنّ حتى أعلى تقديرات أعداد الحالات المُسجَّلة تقل -على الأرجح- عن الأعداد الفعلية. وحسب ما أفادت به دراسةٌ تُحلِّل البيانات الخاصة بفحوص مرض "كوفيد-19" في 84 دولة، أجراها فريقٌ تابع لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) في مدينة كامبريدج، ونُشِرَت مسودةٌ أولية[1] من ورقتها البحثية في يونيو الماضي، فإنَّ عدد حالات الإصابة الفعلية على مستوى العالم كان أكبر بمقدار 12 مرة من العدد المُسجَّل رسميًّا، كما كان عدد الوفيات أعلى بنسبة 50%. وعن ذلك، يقول جون ستيرمان، المؤلف المشارك في الدراسة، ومدير مجموعة ديناميات الأنظمة بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا: "عدد الحالاتِ يفوق بكثير ما تفيد به البيانات. ونتيجةً لذلك، فإنَّ خطر العدوى أكبر بكثير مما قد يعتقده الناس".

ومن ثم، يقول بهات إنَّه في الوقت الحالي، هناك حاجة إلى مواصلة الجهود الهادفة إلى كبح انتشار المرض لأطول فترةٍ ممكنة، مثل تدابير التباعد الاجتماعي، وذلك لتجنُّب حدوث موجة تفش ثانية كبيرة. وأوضح هذا قائلًا: "أي حتى حلول أشهر الشتاء، التي من المتوقع أن يصبح الوضع فيها أكثر خطورةً بعض الشيء من جديد".

ماذا عن الشتاء؟

أصبح من الواضح الآن أنَّ فصل الصيف لا يُوقِف انتشار الفيروس على النحو ذاته بجميع المناطق، لكنَّ الطقس الدافئ قد يُسهِّل احتواءه في المناطق معتدلة المناخ. أمَّا المناطق التي ستزداد برودة مناخها في النصف الثاني من العام الجاري 2020، فيعتقد الخبراء أنَّها ستشهد -على الأرجح- زيادةً في انتشار العدوى. ففيروسات عديدة من تلك التي تصيب الجهاز التنفسي للبشر، مثل الإنفلونزا، وفيروسات كورونا الأخرى، والفيروس المخلوي التنفسي (RSV)، تتغير قدرتها على الانتشار بتغيُّر فصول السنة، وهذه التغيرات تؤدي إلى تفشيها في الشتاء، ولذلك من المحتمل أن يحذو فيروس "سارس-كوف-2" حذو تلك الفيروسات.



توقعات الفترة القادمة

لتوقع فترات انتشار المرض في المناطق معتدلة المناخ، مثل أمريكا الشمالية، وأوروبا، وضع الباحثون نموذجًا لتأثيرات عوامل مختلفة، منها مدة استمرار المناعة تجاه الفيروس، ودور تغيرات الفصول، وما إذا كانت الإصابة بفيروسات كورونا الأخرى قد تُكسبنا قدرًا من المناعة تجاهه.

تقول أكيكو إيواساكي، اختصاصية علم بيولوجيا المناعة بكلية ييل للطب في مدينة نيو هايفن بولاية كونيتيكت الأمريكية: "أتوقع أن يرتفع معدل عدوى فيروس "سارس-كوف-2" في الشتاء، وأن تزداد كذلك حدة آثاره المرضية على الأرجح". وتضيف قائلة إنّ الأدلة تشير إلى أنَّ هواء الشتاء الجاف يعزز استقرار فيروسات الجهاز التنفسي[8] وقابلية انتقالها، كما أنَّ الدفاعات المناعية في مجرى التنفس ربما يصيبها الضعف، نتيجة استنشاق الهواء الجاف.

وبالإضافة إلى ذلك، يميل الناس في المناطق ذات الطقس الأبرد إلى البقاء داخل منازلهم، حيث يزداد خطر انتقال عدوى الفيروس عبر القطيرات، حسبما أوضح ريتشارد نيهر، اختصاصي علم البيولوجيا الحوسبية من جامعة بازل في سويسرا. وتُظهِر عمليات المحاكاة التي أجرتها مجموعة نيهر أنَّ تغيرات الفصول من المرجح أن تؤثر على انتشار الفيروس، وربما تزيد من صعوبة احتوائه في نصف الكرة الشمالي خلال هذا الشتاء[9].

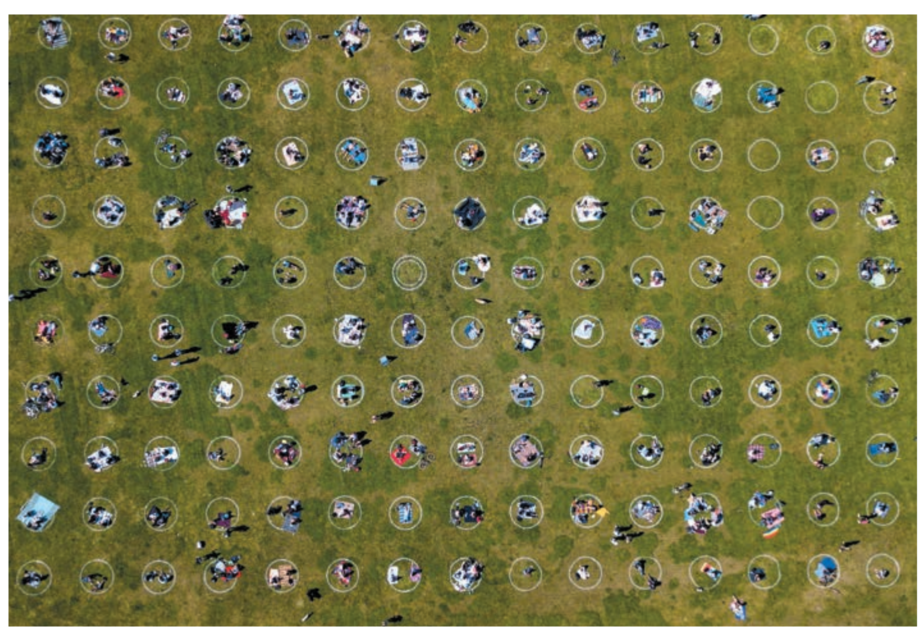
ومن المحتمل أيضًا في المستقبل أن يضربنا تفشي الفيروس في صورة موجاتٍ تحل كل شتاء. وكما هو الحال مع الإنفلونزا، فالبالغون الذين أُصيبوا بالمرض بالفعل قد يقل خطر إصابتهم بالعدوى، لكنَّ ذلك سيعتمد على مدى سرعة زوال المناعة المكتسبة ضد هذا الفيروس، وذلك وفقًا لما ذكره نيهر. وإضافةً إلى ذلك، قد يكون من الصعب التعامل مع مزيج أمراض "كوفيد-19"، والإنفلونزا، والفيروس المخلوي التنفسي في فصلي الخريف والشتاء، حسبما يعتقد هيرنانديز، الذي يعكف حاليًّا على وضع نموذج للكيفية التي من الممكن أن تتفاعل بها هذه الفيروسات مع بعضها بعضًا.

كما أنَّنا ما زلنا لا نعلم ما إذا كانت الإصابة بفيروسات كورونا الأخرى التي تصيب البشر يمكن أن تُكسِبنا أي حمايةٍ من فيروس "سارس-كوف-2"، أم لا. ففي تجربة استزراعٍ خلوي درست هذا الفيروس وفيروس "سارس-كوف" القريب سلاليًّا منه، أمكن للأجسام المضادة الناتجة عن الإصابة بأحدهما أن ترتبط بالآخر، لكنَّها لم تؤدِ إلى تعطيله، أو تحييده[10].

ولوضع حدّ للجائحة، يجب إمَّا القضاء على الفيروس في جميع أنحاء العالم -وهو أمرٌ يجمِع معظم العلماء على أنَّه يكاد يكون مستحيلًا، بالنظر إلى مدى انتشاره- أو أن يكتسب الناس مناعةً كافية تجاهه من خلال العدوى أو التطعيم. وتشير التقديرات إلى أنَّ تحقيق هذا يتطلب أن يكتسب تلك المناعة ما يتراوح بين 55%، و80% من الناس، حسب كل بلد[11].

ولسوء الحظ، تشير المسوح الأولية إلى أنَّه ما زال أمامنا شوط طويل لنقطعه في هذا الصدد، إذ تُبيِّن التقديرات القائمة على فحوص الأجسام المضادة، التي تكشف ما إذا كان الأفراد قد تعرضوا للإصابة بالفيروس وكوَّنوا الأجسام المضادة له، أم لا، أنَّ نسبةً صغيرة فقط من الناس قد أُصيبت بالعدوى. وهذا الاستنتاج تدعمه نماذج انتشار المرض، إذ قَدَّرت دراسةٌ أُجريت على 11 دولة أوروبية أنَّ نسبة الإصابة بالمرض تراوحت بين 3%، و4% حتى الرابع من مايو الماضي[12]، وذلك استنادًا إلى البيانات الخاصة بمعدلات الإصابة بالمرض، وعدد الوفيات التي وقعت حتى ذلك الحين. وفي الولايات المتحدة، التي شهدت وقوع أكثر من 150 ألف حالة وفاة بالمرض، وجد مسحٌ شمل الآلاف من عينات مصل الدم، وجرى بتنسيق من المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها، أنَّ انتشار الأجسام المضادة بين السكان تراوحت نسبته بين 1%، و6.9%، حسب المنطقة[13].

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



JOHN EDELSON/AFP/GETTY

قد نحتاج إلى تطبيق التباعد الاجتماعي بين الحين والآخر لسنوات، من أجل كبح ذُرَى تفشي مرض "كوفيد-19".

ماذا سوف يحدث في عام 2021، وما بعده؟

سوف يعتمد مسار الجائحة في العام المقبل اعتمادًا كبيرًا على توفر لقاح، وعلى مدة استمرار الحماية التي يوفرها الجهاز المناعي للجسم بعد التطعيم، أو التعافي من العدوى. إنَّ كثيرًا من اللقاحات يوفر الحماية للإنسان لعقودٍ من الزمن، مثل اللقاحات المضادة للحصبة، وشلل الأطفال، في حين أنَّ البعض الآخر -مثل لقاحات السعال الديكي، والإنفلونزا- يزول أثره بمرور الوقت. وبالمثل، فإنَّ أنواعًا من العدوى الفيروسية تُكسِب الجسم مناعةً طويلة المدى تجاهها. أما بعضها الآخر، فيثير استجابةً مناعية مؤقتة. وفي هذا الشأن جاء في ورقة بحثية[14] تستكشف السيناريوهات المحتملة، نُشرت في شهر مايو الماضي، وألَّفها كل من يوناتان جراد، ومارك ليبسيتش عالِم الوبائيات بجامعة هارفارد، وزملاؤهما: "سوف يعتمد إجمالي عدد الإصابات بفيروس "سارس-كوف-2" خلال عام 2025 اعتمادًا كبيرًا على مدة استمرار المناعة المكتسبة تجاهه" (انظر: "توقعات الفترة القادمة").

ولا يعرف الباحثون حتى الآن سوى القليل عن مدة استمرار تلك المناعة، فقد وجدت إحدى الدراسات[15] المُجراة على بعضٍ ممن تعافوا من المرض أنَّ الأجسام المضادة المُحيِّدة للفيروس استمرت لمدةٍ تصل إلى أربعين يومًا من بدء العدوى. ويشير العديد من الدراسات الأخرى إلى أنَّ مستويات الأجسام المضادة تتراجع تدريجيًّا بعد أسابيع أو شهور. وإذا اتبع "كوفيد-19" نمطًا مشابهًا لمرض "سارس"، فقد تظل مستويات الأجسام المضادة مرتفعةً لمدة خمسة أشهر، وتتراجع ببطء على مدى فترةٍ تتراوح من عامين إلى ثلاثة أعوام[16]، لكنَّ إنتاج الأجسام المضادة ليس هو الصورة الوحيدة للحماية المناعية؛ إذ إن الخلايا الذاكرة البائية والتائية تحمي الجسم أيضًا في مواجهاته المستقبلية مع الفيروس، ولا يُعرَف سوى القليل حتى الآن عن دورها في مواجهة عدواه. وللحصول على إجابةٍ واضحة بشأن مسألة المناعة هذه، سوف يحتاج الباحثون إلى متابعة عددٍ كبير من الأشخاص على مدار فترةٍ زمنية طويلة، حسبما أوضح مايكل أوسترهولم، مدير مركز بحوث الأمراض المعدية وسياساتها (CIDRAP) بجامعة مينيسوتا في مدينة مينيابولس الأمريكية. وأضاف أوسترهولم قائلًا: "ما علينا سوى الانتظار".

وإذا استمرت أعداد الحالات في الارتفاع بسرعةٍ، دون وجود لقاح أو مناعةٍ طويلة المدى، يرى جراد أنَّنا "سنشهد سريانًا منتظِمًا وواسع النطاق للفيروس". وفي تلك الحالة، سيصبح الفيروس متوطِّنًا، حسبما أوضحت بوليام، التي أضافت قائلة: "سيكون ذلك فاجعًا حقًّا". وهذه الاحتمالية ليست بعيدةً عن التصور، فمرضٌ مثل الملاريا، الذي يمكن الوقاية منه وعلاجه، يقتل أكثر من 400 ألف شخص سنويًّا. ويوضح بهات هذا بقوله: "أسوأ السيناريوهات المتوقعة تحدث في كثيرٍ من البلدان في حال أمراضٍ يمكن الوقاية منها، وهو ما يسبب بالفعل خسائر فادحة في الأرواح".

وحسبما يشير فريق جامعة هارفارد، إذا كان الفيروس يحفز مناعةً قصيرة الأمد في جسم الإنسان، على غرار فيروسين آخرَين من فيروسات كورونا التي تصيب البشر، وهما OC43، وHKU1، اللذان تستمر المناعة ضدهما لمدة 40 أسبوعًا تقريبًا، فمن الممكن إذن أن يُصاب الناس بالعدوى مجددًا، وأن نشهد تفشيًا سنويًّا للمرض. وفي هذا الصدد، يشير تقريرٌ تكميلي صادر عن مركز بحوث الأمراض المعدية وسياساتها[17]، يستند إلى الاتجاهات المستنبطة من ثماني جوائح عالمية لمرض الإنفلونزا، إلى أنَّنا قد نشهد نشاطًا كبيرًا ملحوظًا لمرض "كوفيد-19" في الفترة المقبلة، لمدةٍ تتراوح ما بين 18 و24 شهرًا على الأقل، إمَّا في صورة سلسلةٍ من أحداث الذروة والانحسار، تتراجع حدتها تدريجيًّا، أو في صورة "موجة بطيئة" من الانتشار المستمر، ليس لها نمطٌ واضح. ومع ذلك، تظل هذه السيناريوهات مجرد تخمينات، لأنَّ هذه الجائحة لم تسر حتى الآن وفق نمط الإنفلونزا الجائحة، حسبما أوضح أوسترهولم، الذي أضاف قائلًا: "نحن نواجه جائحةً لفيروس تاجي، لم نشهد مثلها من قبل".

وثمَّة احتمالية أخرى، هي أن تكون المناعة ضد الفيروس دائمة. وفي تلك الحالة، فحتى بدون توفر اللقاح، من الممكن للفيروس أن يستنزف نفسه، ويختفي بحلول عام 2021، بعد أن يجتاح تفشيه العالَم، لكن إذا كانت المناعة متوسطة الأمد، بمعنى أنها تستمر لمدة عامين تقريبًا، فحينئذٍ قد يبدو كما لو أنَّ الفيروس قد اختفى، لكِّن انتشاره يمكن أن يزيد مجددًا زيادةً حادة مفاجئة في عام 2024، حسبما تبيَّن لفريق جامعة هارفارد.

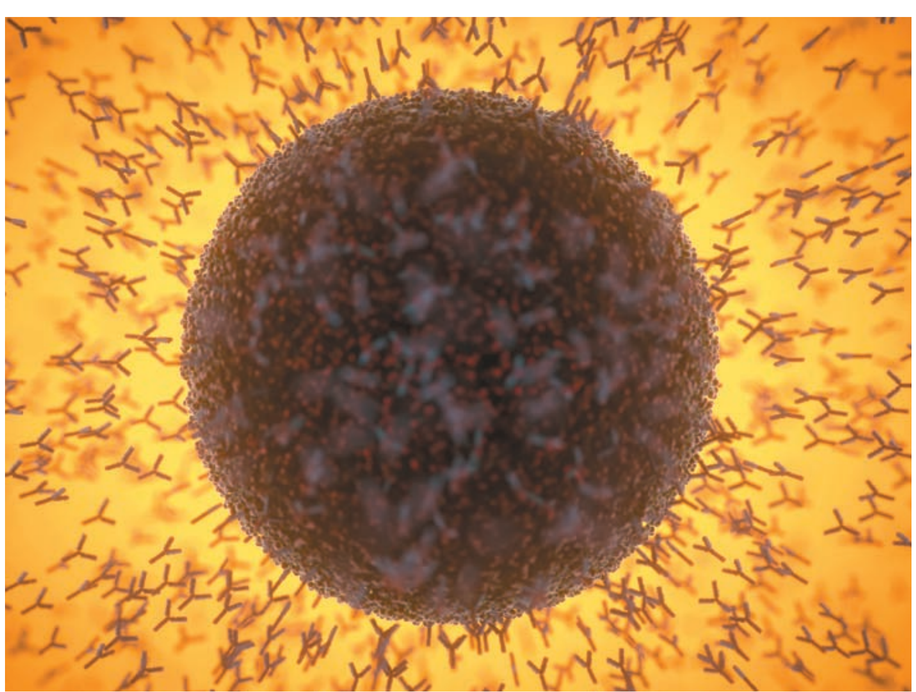
لكنَّ هذه التوقعات لا تأخذ في الاعتبار احتمالية تطوير لقاحاتٍ فعالة للمرض. وهذا أمرٌ غير مستبعد، بالنظر إلى القدر الكبير من الجهد والمال المبذولَين لذلك الغرض، وإلى حقيقة أنَّ بعض اللقاحات المُحتمل نجاحها يجري اختباره بالفعل على البشر حاليًّا، حسبما أوضح هيرنانديز، إذ تشير منظمة الصحة العالمية إلى أنَّ هناك 26 لقاحًا يُجرَّب على البشر في الوقت الراهن، منها 12 لقاحًا وصلت إلى تجارب المرحلة الثانية، بينما وصل إلى تجارب المرحلة الثالثة ستة لقاحات. وحتى في حال تطوير لقاحٍ يوفر حمايةً غير تامة من المرض، فإنَّ ذلك من شأنه أن يساعدنا عن طريق تخفيف حدته، والحيلولة دون إيداع المرضى بالمستشفيات، حسبما يرى وو. ومع ذلك، سوف يستغرق الأمر عدة أشهر، حتى نطور لقاحًا فعَّالًا، ونوزعه.

ولن تتأثر مناطق العالم المختلفة بمرض "كوفيد-19" بالدرجة نفسها، إذ ترى إيجو أنَّ المناطق ذات المجموعات السكانية الأكبر أعمارًا يمكن أن تشهد عددًا أكبر من الحالات، مقارنةً بغيرها، في المراحل اللاحقة من الوباء. وفي هذا الصدد، أوضح نموذجٌ رياضي، أعدّه فريق إيجو، ونُشر في شهر يونيو الماضي[18]، استنادًا إلى بياناتٍ خاصة بستة بلدان، أنَّ احتمالية الإصابة بالعدوى لدى الأطفال ومَن تقل أعمارهم عن عشرين عامًا تبلغ تقريبًا نصف احتمالية إصابة البالغين الأكبر سنًّا.

وثمة أمرٌ واحد مشترك بين كل الدول والمدن والمجتمعات التي أصابتها الجائحة، وهو –حسب قول بوليام- أنَّنا "ما زلنا نجهل الكثير جدًّا عن هذا الفيروس. وإلى أنْ تتوفر لدينا بياناتٌ أفضل، سيظل الوضع مبهمًا إلى حدٍّ كبير".

ميجان سكوديلاري صحفية علمية تقيم في مدينة بوسطن بولاية ماساتشوسيتس.

1. Rahmandad, H., Lim, T. Y. & Sterman, J. Preprint at SSRN https://ssrn.com/abstract=3635047 (2020).
2. South African COVID-19 Modelling Consortium. *Estimating Cases for COVID-19 in South Africa: Long-term National Projections* (SACEMA, 2020); available at https://go.nature.com/31jkaws.
3. Nouvellet, P. *et al. Report 26: Reduction in Mobility and COVID-19 Transmission* https://doi.org/10.25561/79643 (Imperial College London, 2020).
4. Kennedy, D. M., Zambrano, G., Wang, Y. & Neto, O. P. *J. Clin. Vir.* **128**, 104440 (2020).
5. Acuña-Zegarra, M. A., Santana-Cibrian, M. & Velasco-Hernández, J. X. *Math. Biosci.* **325**, 108370 (2020).
6. Santana-Cibrian, M., Acuna-Zegarra, M. A. & Velasco-Hernández, J. X. Preprint at medRxiv https://doi.org/10.1101/2020.07.23.20161026 (2020).
7. Hellewell, J. *et al. Lancet Glob. Health* **8**, e488–e496 (2020).
8. Moriyama, M., Hugentobler, W. J. & Iwasaki, A. *Annu. Rev. Virol.* https://doi.org/10.1146/annurev-virology-012420-022445 (2020).
9. Neher, R. A., Dyrdak, R., Druelle, V., Hodcroft, E. B. & Albert, J. *Swiss Med. Wkly* **150**, w20224 (2020).
10. Ly, H. *et al. Cell Rep.* **31**, 107725 (2020).
11. Kwok, K. O., Lai, F., Wei, W. I., Wong, S. Y. S. & Tang, J. W. T. *J. Infect.* **80**, e32–e33 (2020).
12. Flaxman, S. *et al. Nature* https://doi.org/10.1038/s41586-020-2405-7 (2020).
13. Havers, F. P. *et al. J. Am. Med. Assoc. Intern. Med.* https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.4130 (2020).
14. Kissler, S. M., Tedijanto, C., Goldstein, E., Grad, Y. H. & Lipsitch, M. *Science* **368**, 860–868 (2020).
15. Zhao, J. *et al. Clin. Infect. Dis.* https://doi.org/10.1093/cid/ciaa344 (2020).
16. Wu, L.-P. *et al. Emerg. Infect. Dis.* **13**, 1562–1564 (2007).
17. Center for Infectious Disease Research and Policy. *COVID-19: The CIDRAP Viewpoint* (CIDRAP, 2020); available at https://go.nature.com/2dfmbqj.
18. Davies, N. G. *et al. Nature Med.* https://doi.org/10.1038/s41591-020-0962-9 (2020).



KTDESIGN/SPL

اختصاصيو علم المناعة يتتبعون الأجسام المضادة (الخلايا البائية، والتائية) التي تساعد في التغلب على فيروس "سارس-كوف-2" في الجسم.

على ضوء الاستجابات المناعية لفيروس كورونا: ما هي فُرص النجاح في التوصُّل إلى لقاح؟

يرى المتخصصون في علم المناعة المضادة للعدوى الفيروسية أنَّ نتائج الدراسات جاءت موافِقةً للتوقعات حتى الآن. وإليك السبب الذي يجعل هذا خبرًا سارًّا. **بقلم هايدي ليدفورد**

في أواخر ثمانينيات القرن العشرين، انتقل 15 شخصًا مُعافًى إلى شُقق جديدة بمدينة سالزبيري في المملكة المتحدة. وفي اليوم الثالث من إقامتهم، طُلِبَ من كل واحدٍ منهم أن يستنشق كميةً كافية لملء فتحة الأنف من محلولٍ يحتوي على أحد الفيروسات التاجية (فيروسات كورونا)، يُسبِّب الإصابة بنزلات البرد الشائعة، ثم قضى المتطوعون ثلاثة أسابيع قيد الحجر الصحي بوحدة نزلات البرد الشائعة، التابعة لمجلس البحوث الطبية، حيث تابع الباحثون ظهور مجموعةٍ من الأعراض عليهم. ووصف بعض المشاركين في الدراسة إقامتهم هناك بأنَّها كانت أشبه بعطلة؛ غير أنها عطلة تضمَّنت الخضوع لفحوص الدم، وإجراءات غسل الأنف.

وبعد مرور قرابة العام، حضر من هؤلاء المتطوعين 14 شخصًا لتكرار التجربة مرةً أخرى. وقد كان الباحثون مهتمين في هذه المرة بمعرفة ما إذا كان تعرُّض هؤلاء المشاركين للفيروس قد أكسبهم مناعةً ضده، أم لم يُكسِبهم مناعة ضده. وتبيَّن أنَّ ذلك قد تحقَّق بدرجةٍ ما. فعلى الرغم من أنَّهم لم تظهر عليهم أيّ أعراض، كشفت التحليلات أنَّ جميعهم تقريبًا قد أُصيبوا بالعدوى، قبل أن تتمكن أجهزتهم المناعية من إطلاق استجاباتٍ دفاعية فعَّالة[1].

كانت هذه النتائج بمثابة إشارة مبكرة للإجابة عن السؤال الذي يُؤرِّق الآن الباحثين والأطباء والساسة على حدٍّ سواء، وهو السؤال عن مدى إمكانية إطلاق الجهاز المناعي البشري استجابة دفاعية طويلة الأمد ضد الفيروس الجائح "سارس-كوف-2" SARS-CoV-2. إنّ إجابة هذا السؤال ضرورية لفهم ما إذا كانت اللقاحات التي يجري تطويرها للتصدي لهذا الفيروس ستوفر لنا الحماية الكافية منه، أم لا، وما إذا كان المتعافون من مرض "كوفيد-19" COVID-19، الذي يُسببه هذا الفيروس، يمكنهم استئناف حياتهم كما كانت قبل حلول الجائحة وهم في مأمنٍ من الإصابة مرةً أخرى، أم لا، وإلى أيّ مدى يستطيع العالم أن يحدَّ من الخطر الذي يشكله هذا المرض.

وإلى جانب المساعي الحثيثة التي يبذلها الباحثون لفهم الاستجابات المناعية البشرية لفيروس "سارس-كوف-2" باستخدام الحيوانات، ومَزارع الخلايا، وأحدث التقنيات الجزيئية، أخذوا ينقِّبون كذلك في نتائج دراسة وحدة نزلات البرد الشائعة، وما شابهها من دراسات. وقد تمكَّنوا من التعرُّف على استجابات الأجسام المضادة والخلايا المناعية لذلك الفيروس بسرعةٍ غير معهودة، كما حددوا أيُّها يُحتمل أن يكون أكثر فعالية، وطوَّروا لقاحاتٍ وعلاجاتٍ لِحَثّ الجسم على إطلاق استجاباتٍ مناعية قصيرة الأجل، على الأقل، في دراساتٍ أُجريت على الحيوانات، وأخرى أُجريت على البشر على نطاقٍ محدود، لكنّ التجارب السريعة والبسيطة لا يمكنها أن تحسِم ما إذا كانت المناعة ضد الفيروس ستكون فعَّالة، أم طويلة الأمد؛ وسيكون من السابق لأوانه الجزم بذلك الآن.

وفي تعليقه على هذا الشأن، قال راينهولد فورشتر، الباحث في علم المناعة بكلية هانوفر الطبّية في ألمانيا: " المستقبل وحده هو الذي يمكنه أن يُخبِرنا".

وقد تصاعدت المخاوف من احتمالية أن تكون المناعة ضد الفيروس قصيرة الأجل، على خلفية انتشار رواياتٍ هنا وهناك، تفيد بعودة المرض إلى بعض المتعافين؛ إذ بيَّنت الفحوص إصابتهم بالفيروس مرةً أخرى بعد تعافيهم منه. ففي الرابع والعشرين من أغسطس الماضي، تناثرت أنباءٌ عن رجلٍ في هونج كونج أُصيب بالعدوى مرتين، عن طريق سلالتين متمايزتين جينيًّا من فيروس "سارس-كوف-2"، على الرغم من عدم ظهور أيّ أعراض عليه في المرة الثانية. وتُعَد هذه أوضح الحالات المُوثَّقة لتكرار الإصابة بعدوى الفيروس حتى الآن.

تلقَّفَتْ وسائل الإعلام هذه الأخبار، ونشرَتْ توقعاتٍ متشائمة حول فُرص تطوير لقاحات للمرض، لكنَّ العلماء يتحلّون بدرجةٍ أكبر من التأنّي؛ حيث يقول جون ويري، أخصائي علم المناعة بجامعة بنسلفانيا في ولاية فيلادلفيا: "نعلم الآن أنَّ تكرار الإصابة ليس بالأمر المستبعَد، لكنْ لم تتضح بعد وتيرة حدوث ذلك، ولا سمات الاستجابة المناعية المرتبطة بتكرار الإصابة".

وبالنسبة إلى المتخصصين في علم المناعة، المتعمقين في دراسة فيروس "سارس-كوف-2"، فلا يوجد شيء مفاجئ فيما توصَّلوا إليه من بيانات حتى الآن؛ وهو أمرٌ يدعو إلى التفاؤل. يقول ميهول سوتار، أخصائي علم المناعة المضادة للعدوى الفيروسية بجامعة إيموري، الواقعة في مدينة أتلانتا بولاية جورجيا: "إننا نرصد استجاباتٍ مناعية رائعة، وأجسامًا مضادة في حالةٍ جيدة للغاية، لكنَّنا لا نعرف بعدُ إلى متى ستستمر تلك الاستجابة. وللأسف، معرفة ذلك سوف تستغرق وقتًا طويلًا".

إنّ جهازنا المناعي مزوَّد بعددٍ ضخم من الوسائل الدفاعية التي تعيننا على التصدي للفيروسات الغازية، ومنْعها من العودة مجددًا. فهو ينتقي الخَلايا البائيَّة التي تنتِج الأجسام المضادة القادرة على الارتباط بالفيروس. كما يدَّخِر مخزونًا من الخلايا البائية الذاكرة المعمِّرة التي تنتج هذه الأجسام المضادة، والتي تبدأ في العمل فورَ عودة الفيروس. وهناك وسيلةٌ دفاعية أخرى، تستعين بالخَلايا التائيَّة، تجُوبُ الجسد بحثًا عن الخلايا المصابة لتُدَمِّرها، ومن ثم تعُوق قدرة الفيروس على التكاثر. ويمكن لهذه الخلايا المناعية أن تدوم لسنواتٍ.

وقد تختلف المناعة طويلة الأمد حسب نوعها، ودرجة استجابتها. أما النوع الذي يطمح مطورو اللقاحات إلى تحفيزه، فهو النوع الذي عادةً ما يُعرف بالمناعة المُعقِّمة؛ وهي استجابة تشنُّها عادةً الأجسام المضادة، ويمكنها أن تصدَّ الفيروس سريعًا، وتَحُول دون معاودة انتشاره في الجسم. ولكنَّ بعض

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

اللقاحات، وكذلك بعض حالات الإصابة بالعدوى، لا يحفز الأجسام المضادة المُحيِّدَة اللازمة لتفعيل تلك الاستجابة، فعلى سبيل المثال، نادرًا ما يستثير فيروس نقص المناعة البشرية أجسامًا مضادة مُحيِّدَة[2]؛ الأمر الذي زادَ من صعوبة الجهود المبذولة لتطوير لقاحاتٍ مضادة له.

وبالنسبة إلى فيروس "سارس-كوف-2"، فالبشائر مشجِّعة حتى الآن؛ إذ سرعان ما تمكنَتْ فِرَق بحثية عدَّة من استخلاص أجسامٍ مضادة مُحيِّدَة من بعض المصابين بالفيروس[3]، كما كان بإمكان أغلب المصابين شن استجابة الأجسام المضادة هذه في غضون أيامٍ من ثبوت إصابتهم بالفيروس من خلال الفحوص. بالإضافة إلى أنَّ عددًا من اللقاحات التي يجري تطويرها حاليًّا يستحث استجابةً قوية من الأجسام المضادة، ما يُعَدُّ علامةً مُبشِّرة على أنَّ اللقاحات قد تنجح في إكسابنا مناعةً تجاهه.

وهناك باحثون لديهم تحفُّظاتٌ على البيانات الأولية لتجارب اللقاحات؛ حيث إنّ استجابات الأجسام المضادة كانت عادةً ما تبلغ أعلى درجاتها لدى المصابين بحالات العدوى الأكثر حدّة. أما مَن أُصيبوا بحالات العدوى الطفيفة، الذين يمثلون غالبية المصابين، فلم تكن أجسامهم تنتِج سوى كمياتٍ محدودة من الأجسام المضادة المُحيِّدَة. وكثيرًا ما يُلاحَظ هذا النمط في حالات العدوى الفيروسية؛ فكلما اشتدَّت الإصابة، وطالت مدتها، زادت احتمالية تَسَبُّبها في إحداث استجابةٍ قوية وطويلة الأجل. ويُعَد هذا من بين الأسباب التي تجعل فيروسات كورونا المسببة لنزلات البرد الشائعة لا تُكْسِبنا أحيانًا مناعةً ممتدَّة، حسبما أوضح شاين كروتي، عالِم الفيروسات بمعهد لاهويا لعلم المناعة في ولاية كاليفورنيا.

ونأتي إلى السؤال المتعلق بمدة بقاء الأجسام المضادة في الجسم. فعندما تتبَّع الباحثون حالة المصابين بمرض "كوفيد-19" خلال فترة الإصابة، وبعد التعافي، وجدوا أنَّ كمية الأجسام المضادة وصلت إلى ذروتها في الأيام التالية لبدء ظهور الأعراض، ثم أخذت في الانخفاض، ثم تعذَّر رصْد أي أجسامٍ مضادة تقريبًا لدى بعض المشاركين في الدراسات بعد مُضيّ ثلاثة أشهر تقريبًا[4,5]. وقد صَوَّرت عدة منصَّات إعلامية كبرى هذا الأمر على أنّه فقدان للمناعة، قائلةً إنَّ هذا من شأنه أن يُعقِّد المساعي الرامية إلى تطوير لقاحٍ للفيروس.

ووجد كثيرون من المتخصصين في علم المناعة أنَّ التصريح بذلك سابقٌ لأوانه بعض الشيء. فقد أوضح لويس باريرو، الذي يدرس تطوُّر الاستجابات المناعية للمُمْرِضات بجامعة شيكاغو في ولاية إلينوي، أنَّ البيانات أظهرت نشوء استجابةٍ طبيعية تمامًا للعدوى الفيروسية. فعندما يهاجم الفيروس الجسم، فإنَّه يحفز تكاثر الخلايا البائية التي تنتِج الأجسام المضادة القادرة على التعرف على أجزاءٍ من الفيروس، لكنْ بمجرد التعافي من العدوى، عادةً ما تنخفض مستويات الأجسام المضادة. وفي تصريح أدلى به مايلز كارول، الباحث المتخصص في الأمراض المعدية لدى وكالة الصحة العامة في إنجلترا (PHE)، الواقعة بمدينة بورتون داون في المملكة المتحدة، قال: "ثمة مخاوف كبيرة تحيط بهذا الأمر؛ لكنَّني أعتقد الاستجابة المناعية -بوجهٍ عام- قوية إلى حد ما".

ومن أجل الوقوف على مدى تأثير هذا الانخفاض على مستويات الأجسام المضادة، لا يزال الباحثون بحاجة إلى معرفة الكمية اللازمة منها للتصدي لفيروس "سارس-كوف-2". وعن ذلك، تقول مالا مايني، المتخصصة في علم المناعة المضادة للعدوى الفيروسية بكلية لندن الجامعية: "حتى الكميات الصغيرة من الأجسام المضادة يمكن أن توفر الحماية اللازمة".

كما يحتاج الباحثون إلى تتبُّع مستويات الأجسام المضادة لوقتٍ أطول، لمعرفة ما إذا كان الانخفاض يتوقف عند مستوًى بعينه، مثلما يشيع في حالات العدوى الفيروسية، أم أنَّ الانخفاض يستمر بسرعة. وتقول كايتي دورز -أخصائية الفيروسات بجامعة كينجز كولدج لندن، والمؤلف الرئيس لدراسة تناولت الأجسام المضادة[5]- إنَّه بالنظر إلى هذا المستوى من نقص المعلومات، فقد فوجئَتْ بالتغطية الصحفية السلبية لعملها البحثي. وتقول: "يبدو أنَّ الجميع قد استقبلوه بعبارات الإحباط ونفاد الصبر! لكن الحقيقة أننا لا نعرف ما مستوى الأجسام المضادة اللازم لحمايتنا".

وحتى إذا انخفضت مستويات الأجسام المضادة، وكادت أنْ تنعدم، فإنَّ الجهاز المناعي كثيرًا ما تكون لديه خطةٌ بديلة؛ إذ تظل الخلايا البائية الذاكرة كامنة في نخاع العظام إلى أن يعود الفيروس، وحينئذٍ تكتسب هويةً جديدة، فتصبح خلايا بلازما مُنتِجة للأجسام المضادة. ورغم أنَّ البيانات المتعلقة بدور الخلايا البائية الذاكرة في التصدي لمرض "كوفيد-19" لم تكتمل بعد، لصعوبة تحديد مواضعها وإحصائها، مقارنةً بالأجسام المضادة، فإنَّ الأدلة تشير حتى الآن إلى أنَّها تتكاثر بالفعل، حسبما أوضح ماركوس بوجرت، اختصاصي علم المناعة في معهد كارولينسكا بمدينة ستوكهولم. كما اكتشفَتْ دراسةٌ حديثة (لم تخضع لمراجعة الأقران بعد) أنَّ بعض المتعافين من الإصابة الطفيفة تحتوي أجسامهم على خلايا بائية ذاكرة، قادرة على إنتاج أجسامٍ مضادة مُحيِّدَة تتعرف على فيروس "سارس-كوف-2"[6].

أضِف إلى ذلك، أنَّ المناعة لا تعتمد على الأجسام المضادة فقط، فقد تستطيع الخلايا التائية التعرُّف على الخلايا المصابة بالفيروس وتدميرها، وبذلك تحدّ من انتشار الفيروس في الجسم، ثم إن الخلايا التائية، شأنها شأن الخلايا البائية الذاكرة، تتسم بصعوبة دراستها، مقارنةً بالأجسام المضادة.

> "حتى إذا انخفضت مستويات الأجسام المضادة، وكادت أنْ تنعدم، فإنَّ الجهاز المناعي كثيرًا ما تكون لديه خطةٌ بديلة".

ومع ذلك، فإن الدراسات التي أُجريَتْ حتى الآن تشير إلى أنَّ الجسم يستعين بها للتصدِّي للإصابة بـفيروس "سارس-كوف-2". وممَّا يُذكر في هذا الشأن أنَّ إحدى الدراسات تقصَّت الاستجابات المناعية لدى 36 شخصًا أثناء مرحلة تعافيهم من مرض "كوفيد-19"، ووجدت أنَّ لديهم جميعًا خلايا تائية قادرة على التعرف على الفيروس[7]. ويوضح ذلك داني ألتمان، أخصائي علم المناعة في جامعة إمبريال كوليدج لندن، بقوله: "يبدو أنَّ ذلك الفيروس يحفز الخلايا التائية بشدة؛ حيث لُوحظ أنها تشنُّ ضده استجابةً جيدة للغاية لدى غالبية المصابين".

كما أنَّ دراسات الخلايا التائية تُجْمِع على احتمالية نشوء ما يُعرف بظاهرة "التفاعلية المشتركة" cross-creativity داخل تلك الخلايا، التي تتمكن من خلالها الخلايا التائية التي تتعرف على فيروسات كورونا أخرى من التعرف أيضًا على فيروس "سارس-كوف-2". فقد اكتشفَتْ عدةُ دراسات[8] خلايا تائية تستجيب للفيروس في عينات دم مأخوذة من أشخاصٍ لم يتعرضوا للإصابة به. وأفاد أحد الفرق البحثية بأنَّ استجابة بعض هذه الخلايا التائية لا تقتصر على هذا الفيروس فحسب، وإنَّما تمتدُّ أيضًا إلى بعض أنواع فيروسات كورونا المسببة لنزلات البرد الشائعة[9]. وتشير تلك النتائج إلى احتمالية وجود درجة من المناعة المشتركة، طويلة الأجل، بين كل من فيروسات كورونا المسببة لنزلات البرد، وفيروس "سارس-كوف-2"؛ وهو ما يدفع إلى التكهُّن بأنَّ هذا ربما يكون أحد أسباب التباين الكبير بين المصابين بمرض "كوفيد-19" من حيث حدة الأعراض.

مؤشراتٌ واعدة

إننا لَنَجِدُ في الدروس المستمَدة من الفيروسات الأخرى ما يدعو إلى التفاؤل بأنَّ المناعة ضد فيروس "سارس-كوف-2" ستكون طويلة الأجل. فقد عُثِرَ على الخلايا التائية التي تستجيب للفيروس المُسبب للمتلازمة التنفسية الحادة الوخيمة (سارس) لدى عددٍ من المتعافين منها بعد 17 عامًا من إصابتهم بالعدوى[7]. ولا يبدو كذلك أنَّ فيروس "سارس-كوف-2" يتحوَّر بسرعة التحوُّر ذاتها لفيروسات الإنفلونزا، حسبما أوضح باريرو. ففي حالة الإنفلونزا، تتغير الفيروسات بوتيرةٍ سريعة، إلى حد أنَّنا نحتاج إلى لقاحاتٍ جديدة مضادة لها كل عام.

وفي حين أن دراسة "وحدة نزلات البرد الشائعة" لم تعثر سوى على القليل من الأدلة التي تمنحها الأمل في نشوء المناعة المُعَقِّمة في حالة فيروسات كورونا المسببة لتلك النزلات التي تناولتها بالبحث، إلَّا أنَّ نتائجها أشارت أيضًا إلى احتمال أن تكون المناعة قويةً بما يكفي لتقليل الأعراض، أو حتى القضاء عليها. وبطبيعة الحال، سيكون اكتساب مناعة مُعَقِّمة ضد فيروس "سارس-كوف-2" هو السيناريو المثالي؛ إذ من شأنها أن تُقلِّص خطر انتشار الفيروس على نطاقٍ واسع من المصابين الذين تظهر عليهم أعراضٌ طفيفة. ومع ذلك، فأكبر الظن أن التوصُّل إلى لقاح بمقدوره خفْض معدل الوفيات سيكون نافعًا كذلك، وخيارًا جيدًا بما يكفي في المرحلة الراهنة، حسبما يرى أليساندرو سيتي، أخصائي علم المناعة في معهد لاهويا.

إن التأثيرات المتنوعة -والفتَّاكة أحيانًا- لفيروس "سارس-كوف-2" على أجسامنا من ناحية، وسهولة انتشار الفيروس من ناحيةٍ أخرى، قد اجتمعتا معًا لتجعلا منه عدوًّا استثنائيًّا، غير أنَّ استجابة الجهاز المناعي للفيروس حتى الآن لم تحمل سوى القليل من المفاجآت، حسبما أوضح باريرو، الذي أضاف قائلًا إنَّه في هذه الحالة، عندما يتعلق الأمر بالمناعة طويلة الأجل، تكون نتائج الدراسات "المملة"، التي لا تحمل أية مفاجآت، أمرًا يبعث على الارتياح. وختم بقوله: "ما زلنا نجهل الكثير... لكنْ لا يوجد حتى الآن أيّ شيءٍ غير اعتياديّ حقًّا".

هايدي ليدفورد مراسلة أولى لدى دورية *Nature* في لندن.

1. Callow, K. A., Parry, H. F., Sergeant, M. & Tyrrell, D. A. *Epidemiol. Infect.* **105**, 435–446 (1990).
2. Kumar, R., Qureshi, H., Deshpande, S. & Bhattacharya, J. *Ther. Adv. Vaccines Immunother.* **6**, 61–68 (2018).
3. Wu, F. *et al.* Preprint at medRxiv https://doi.org/10.1101/2020.03.30.20047365 (2020).
4. Long, Q.-X. *et al. Nature Med.* **26**, 1200–1204 (2020).
5. Seow, J. *et al.* Preprint at medRxiv https://doi.org/10.1101/2020.07.09.20148429 (2020).
6. Rodda, L. B. *et al.* Preprint at medRxiv https://doi.org/10.1101/2020.08.11.20171843 (2020).
7. Le Bert, N. *et al. Nature* **584**, 457–462 (2020).
8. Sette, A. & Crotty, S. *Nature Rev. Immunol.* **20**, 457–458 (2020).
9. Mateus, J. *et al. Science* https://doi.org/10.1126/science.abd3871 (2020).

MBRSC



مسبار "الأمل" لاستكشاف المريخ في مركز محمد بن راشد للفضاء في دبي.

سباق الفضاء

كيف تمثل القفزة إلى المريخ نقطة انطلاق لمجال العلوم في دولة الإمارات العربية المتحدة؟ **بقلم إليزابيث جيبني**

عندما أعلنت دولة الإمارات العربية المتحدة في عام 2014 أنها سوف ترسل بعثة إلى المريخ بحلول الذكرى الخمسين لتأسيس الدولة في ديسمبر عام 2021، بدا هذا وكأنه رهان صعب المنال إلى أبعد الحدود. ففي ذلك الوقت، لم يكن لدى دولة الإمارات وكالة فضاء، ولا علماء في مجال الكواكب، ولم تكن قد أطلقت قمرها الصناعي الأول إلا حديثًا جدًّا. وعلى حد قول سارة الأميري -وهي في الأصل مهندسة كمبيوتر، وقائدة الفريق العلمي للمشروع- فكثيرًا ما كان يتنامى إلى سمع فريق مهندسي المشروع، الذي شُكل على عجل، وبلغ متوسط أعمار أفراده 27 عامًا، العبارة الساخرة ذاتها: "لستم سوى مجموعة من الفتية؛ فكيف ستصلون إلى المريخ؟".

وبعد مرور ست سنوات، تهلل وجه الأميري إعجابًا بالمسبار المخصص لاستكشاف المريخ، الذي صُمِّم بالكامل في بلادها، في الوقت الذي كانت تتأمله وهو يخضع للاختبارات في فبراير الماضي. ففي غرفة نظيفة ساطعة في مركز محمد بن راشد للفضاء (MBRSC) في دبي، عكف مهندسون على اختبار المسبار -الذي يضاهي حجمه حجم سيارة- قبل شحنه إلى مركز تانيجاشيما الفضائي في اليابان. ومن المقرر إطلاق المسبار في غضون فترة تبلغ ثلاثة أسابيع، بداية من يوم الخامس عشر من يوليو الجاري.

سوف تكون "بعثة الإمارات إلى المريخ" EMM هي أول مشروع بين الكواكب تباشره دولة عربية، بيد أن المهمة ليست مجرد استعراض للتكنولوجيا؛ فبمجرد وصول المسبار، المعروف باسم "الأمل" Hope، إلى الكوكب الأحمر في فبراير من عام 2021، سوف يقوم بإنتاج أول خريطة عالمية للغلاف الجوي للمريخ. وعلى غير المعتاد -إلى حد ما- بالنسبة إلى البعثات الفضائية، سوف تنشر "بعثة الإمارات إلى المريخ" البيانات التي تتوصل إليها في الأوساط العلمية الدولية، دون حظر.

وفي ذلك الصدد، يقول بريت لاندين -المهندس بجامعة كولورادو بولدر، وقائد فريق المركبة الفضائية في البعثة- إن التقدم الذي أحرزته دولة الإمارات بالانتقال من إطلاق أقمار صناعية تدور حول الأرض إلى تدشين بعثة إلى الفضاء السحيق في خلال ست سنوات هو "أمر مذهل، ولا يُصدَّق". وقد استقطبت دولة الإمارات هذا المهندس الأمريكي عبر مشارَكة غير اعتيادية، قدَّم من خلالها فريق جامعة كولورادو الإرشاد والتوجيه، إضافة إلى خبراته في عمليات الإنشاء. ويصف لاندين هذه

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

التجربة متعجبًا بقوله: "لم أر شيئًا كهذا قط".

أمّا فيما يخص الإماراتيين، فإن الأهداف المتعلقة بعلوم الفضاء تأتي في المرتبة الثانية. ففي مواجهة التحديات الاقتصادية والبيئية، تأمل هذه الدولة الخليجية الصغيرة الغنية بالنفط في أن يؤدي مشروع المريخ إلى تسريع مساعيها للتحول إلى اقتصاد قائم على المعرفة، من خلال تشجيع الأبحاث، والبرامج التي تمنح درجات علمية في العلوم الأساسية، ومن خلال إلهام الشباب في جميع الدول العربية. يقول عمران شرف -مدير مشروع البعثة- إن بعثة المريخ بمثابة مشروع ضخم، مُصمَّم لإحداث "نقلة نوعية في أسلوب التفكير"، شأنه في ذلك شأن المشروعات الكبرى السابقة في قطاعات الموانئ والطرق. أي أن الدافع، على حد قوله: "ليس الفضاء، وإنما هو دافع اقتصادي".

وتقول سارة الأميري -التي تشغل أيضًا منصب وزير الدولة للعلوم المتقدمة- إن المشروع لا يزال في بدايته، لكن ثمَّة بوادر بأن الأمور تسير على ما يُرام. فقد جمعت الأميري فريقًا من علماء الكواكب -هم في الوقت ذاته مهندسون "أُعيد تأهيلهم لغرض مختلف"- كما افتتحت كبرى الجامعات بدولة الإمارات في السنوات القليلة الماضية برامج دراسية جديدة تمنح درجات علمية في علوم الفلك، والفيزياء، وغيرها من العلوم الأساسية. وتُشكِّل النساء نسبةً قوامها 34% من أفراد الفريق (انظر: «المرأة في المجتمع العلمي الإماراتي»)، و80% من علماء البعثة. كذلك تدرس حكومة الإمارات العربية المتحدة في الوقت الراهن المشاركة في بعثات مستقبلية إلى القمر، وتنظر في إنشاء أول برنامج وطني لتمويل المنح على مستوى البلاد.

غير أن دولة الإمارات لا يزال أمامها شوط طويل لتقطعه؛ فعدد قليل جدًّا من مؤسسات التعليم العالي في البلاد –التي يبلغ عددها 100 مؤسسة، أو نحو ذلك– يُجري أبحاثًا علمية. وحسب تقديرات الأميري.. فربما لا يزيد عدد الباحثين الأكاديميين المتفرغين على بضع مئات. وعلى الرغم من أن البلاد بها العديد من المهندسين والتقنيين، يقول أحمد بالهول، وزير التعليم العالي، ورئيس مجلس إدارة وكالة الإمارات للفضاء، التي أُسست جنبًا إلى جنب مع بعثة المريخ في عام 2014: "اكتشفنا أن لدينا نقصًا حادًّا في أعداد العلماء".

وإذا تمكنت دولة الإمارات من تحقيق هذا التحول الاقتصادي، فسوف تكون ثمار ذلك التحول أعظم بكثير من مجرد جمع البيانات من المريخ. فعلى حد قول الأميري، إن الوصول إلى المريخ مهم، لكن "الأهم منه هو كيفية الوصول إلى هناك".

ما بَعْد النفط

في كثير من النواحي، تبلغ دولة الإمارات من الحداثة ما يجعلها تبدو وكأنها دولة من المستقبل، إذ إن برج خليفة في دبي -وهو أطول مبنى في العالم- ونظام المترو ذاتي القيادة بها هما مظهران بعيدان كل البعد عن البدايات التي كانت فيها البلاد تتكون من مجموعة من المجتمعات المحلية الفقيرة، التي تنتمي إلى قبائل مختلفة، وَحَّدَت صفوفها في أعقاب الاستقلال عن المملكة المتحدة في عام 1971. فمنذ ذلك الحين، أسهمت الثروة النفطية ومشروعات البنية التحتية الجريئة في تحويل هذه الدولة الصحراوية إلى مركز عالمي للأعمال، والشحن، والسياحة، وإلى واحدة من أغنى دول العالم من حيث نصيب الفرد من الدخل. وعن ذلك، يقول شرف: "كل ما بذلته الإمارات من جهود منذ قيامها كان دافعه البقاء".

ويُذكر أن القطاعات عينها التي ساعدت المدن الكبرى في الإمارات العربية المتحدة على الازدهار تأثرت سريعًا سلبيًّا بسلسلة من الانهيارات الاقتصادية، كما أن الربيع العربي زعزع أرجاء المنطقة. كما خلق بعض جوانب الثروة النفطية مشكلات طويلة الأمد، تتمثل -على وجه الخصوص- في ما نتج عنها من وظائف حكومية ذات أجور مرتفعة، وإعانات سخية تمنحها الدولة لمواطنيها، الذين يشكلون 12% فقط من تعداد السكان (وهو تعداد يتألف معظمه من الوافدين المغتربين). ففي شتى أرجاء منطقة الخليج العربي، أدت هذه العوامل على مدار وقت طويل إلى جعل الوظائف في الشركات الناشئة، أو القطاع الخاص، أو مجال البحوث أقل جاذبية. وعلى الرغم من أن دولة الإمارات العربية المتحدة تشتهر بأهدافها المذهلة، إلا أن مواطنيها لا تراودهم عادةً طموحات كبيرة، حسبما يقول جون ألترمان، مدير برنامج الشرق الأوسط بمركز الدراسات الاستراتيجية والدولية في العاصمة الأمريكية واشنطن. ويضيف ألترمان قائلًا: "تحاول الحكومة منذ سنوات خلق مسارات ومُحفِّزات بديلة، لجعل الناس يطمحون إلى ما هو أكثر من مجرد وظيفة حكومية لا تتطلب سوى قليل من الجهد".

ولا تعاني البلاد من قرب نفاد النفط فحسب، وإنما تواجه أيضًا تحديات كبيرة فيما يتعلق بتوفير ما يكفي من الماء والغذاء لسكانها، إذ يتجه الطلاب الجامعيون من أبناء الإمارات إلى دراسة الهندسة، أو إدارة الأعمال، في حين أن نسبة مَنْ يسعون منهم للحصول على درجات علمية في العلوم الأساسية -بما فيها الطب- أو يواصلون الدراسة إلى مستوى درجة الدكتوراة تقل عن 5%. وتُظهِر البيانات الواردة من منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو) أن الإمارات لم تفرز أي خريجين حاصلين على درجة الدكتوراة قبل عام 2010. وفي عام 2017، كان طلاب الدكتوراة يُشكِّلون أقل من 0.8% من إجمالي الملتحقين بالتعليم بعد الثانوي، وهو ما يعادل نصف النسبة في الدول العربية إجمالًا. وعلى الرغم من أن النساء يُشكلن قرابة 60% من جميع الخريجين الجامعيين، و41% من خريجي تخصصات العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات، فقد تبيَّن أن تحويل هذه المواهب إلى قوة عاملة، لا سيما في مجال العلوم، يمثِّل تحديًا صعبًا.

"كل ما بذلَتْه الإمارات من جهود منذ قيامها كان دافعه البقاء".


سارة الأميري، قائدة الفريق العلمي للبعثة.

جاءت فكرة استخدام مهمة كوكب المريخ لخلق وظائف في مجال العلوم، ولإلهام الشباب الإماراتي بامتلاك الرغبة في الالتحاق بتلك الوظائف من أعلى مستويات الدولة مباشرة؛ وذلك إثر نقلة شهدتها توجهات مجلس الوزراء في نهاية عام 2013. فقد تلقّى شرف -الذي كان حينذاك أحد المهندسين القلائل المتخصصين في مجال الأقمار الصناعية في البلاد- اتصالًا مباشرًا من نائب رئيس دولة الإمارات العربية المتحدة، رئيس مجلس الوزراء، حاكم دبي، سمو الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم، يسأله فيه عما إذا كانت الإمارات قادرة على الوصول إلى المريخ بحلول عام 2021، أم لا.

وحسبما تقول سارة الأميري، فإن إرسال بعثة إلى المريخ أكثر تعقيدًا بكثير من تثبيت قمر صناعي في مدار أرضي منخفض، وقد مُنيت قرابة نصف الرحلات إلى الكوكب الأحمر عبر التاريخ بالفشل. لذا، لا بد أن تتمتع المركبة المتجهة إلى المريخ باستقلال ذاتي إلى حد كبير، يتيح لها التعامل مع تأخر الاتصالات مع الأرض (التي قد تتأخر بما يصل إلى 22 دقيقة). ولا بد أيضًا أن تكون المركبة قادرة على تجاوز تأثير القوى الهائلة لعملية الإقلاع، وأن تستخدم أنظمة دفع وملاحة متطورة لدخول مدار المريخ، وهي أمور لم يكن لدى الإمارات أية خبرات سابقة بها. من هنا، يقول بالهول: "لا يمكنك أن تستيقظ من نومك فجأة وتقول أريد الذهاب إلى المريخ. أريد بناء مركبة فضائية. عليك أن تتعلم حقًّا كيفية القيام بذلك".

ولتحقيق ذلك، كان على الإمارات أن تستفيد من الخبرة الأجنبية، مستعينة بنموذج سبق أن أثبت نجاحه. ففي عام 2007، كانت دولة الإمارات قد استعانت بالشركة الكورية الجنوبية "ساتريك إينيشياتيف" Satrec Initiative، لتصميم أول أقمارها الصناعية وبنائه، على أن يتضمن ذلك اضطلاع الشركة أيضًا بتدريب المهندسين الإماراتيين. وبحلول عام 2018، تمكنت الإمارات من إطلاق قمر صناعي، جرى تصميمه وبناؤه بالكامل على أراضيها.

وبتطبيق الخطوات ذاتها على بعثة المريخ، استعانت دولة الإمارات بخبراء مُتمرِّسين من بعثات وكالة ناسا، وبصفة رئيسة من جامعة كولورادو بولدر، للعمل مع باحثيها جنبًا إلى جنب، وتوفير التدريب على كيفية إرسال مسبار إلى كوكب آخر. ويقول لاندين -الذي يقود فريق المركبة الفضائية الدولي، المكون من 45 شخصًا- إنه سمع في بادئ الأمر أناسًا يشيرون إلى أن دولة الإمارات العربية المتحدة ربما كانت تحاول أن تشتري لنفسها موطئ قدم في الفضاء بالمال. ويضيف لاندين قائلًا: "لم تسر الأمور في هذه البعثة على هذا النحو مطلقًا، بلا أدنى شك".

وحسب قول شرف، فإن رؤساءه قالوا له إنّ عليه أنْ "يشيد تلك المركبة، لا أن يشتريها"، وأن يعمل على خلق المهارات اللازمة لذلك داخل دولة الإمارات نفسها. من هنا، عمل المهندسون الأمريكيون والإماراتيون معًا تحت قيادة شرف على كل خطوة من خطوات تطوير البعثة، بدءًا من التصميم، ووصولًا إلى التصنيع، وكان أغلب الأعمال يجري

NATALIE NACCACHE FOR *NATURE*

المرأة في المجتمع العلمي الإماراتي

على الرغم من أن النساء تشكلن نسبة كبيرة من الخريجين في مجالي العلوم والتكنولوجيا، إلا أن هذه المكاسب لم تنتقل إلى بيئة العمل.

عندما انطلقت بعثة دولة الإمارات العربية المتحدة إلى المريخ، كان ذلك نصرًا للبلد بأكمله، ولا سيما للنساء، اللاتي يشكلن نسبةً قوامها 34% من فريق العمل في البعثة، و80% من الفريق العلمي، لكنّ تمثيل المرأة في قوة العمل الإماراتية -بشكل عام- يقل عن ذلك، حيث يبلغ 28%، لكن هذا الوضع يشهد الآن تغيرًا، على الرغم من التشبث بالأدوار التقليدية للجنسين ولأفراد الأسرة ككل.

في دولة الإمارات، تُمثِّل النساء -على نحو استثنائي- قسمًا كبيرًا من أصحاب العقول النابغة، حيث يشكِّلن نسبة 56% من الخريجين في تخصصات العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات، لكن تلك النسبة تنخفض إلى 41%، إذا أدرجنا الطلاب الأجانب، لكن كلتا النسبتَين أعلى بكثير من المتوسط العالمي. كذلك تمثل النساء حوالي 70% من جميع الخريجين الإماراتيين، حيث تقول مايا الهاشم -وهي شريكة في مجموعة بوسطن الاستشارية في دبي- إن الأسباب وراء ذلك غير واضحة. هذا.. ولكن النساء تنخرطن بحماس أكبر في التعليم العالي في البلاد، في حين أن الرجال غالبًا ما يلتحقون بوظائف في المجالات التجارية، أو العسكرية، أو يدرسون في الخارج، على حد قولها. وتضيف الهاشم قائلة إن الفتيات في المدارس القائمة على الفصل بين الجنسين تلقين العِلْم على أيدي معلمات أكثر تفانيًا، لأن ثقافة المجتمع لطالما عَدَّت التدريس وظيفة مرموقة للنساء، أكثر منها للرجال.

ويظل معدل التحاق النساء بقوة العمل منخفضًا بالنظر إلى مستوياتهن التعليمية، كما تقول الهاشم. وبعض النساء يخترن ألا يلتحقن بوظيفة. وفي المناطق المحافِظة من البلاد -بصفة خاصة- تتوقع العائلات أن تبقى النساء أقرب إلى المنزل، مما يُصَعِّب عليهن دخول سوق العمل. ووفقًا لمنظمة هيومان رايتس ووتش، لا تزال ثمة قوانين تبيح درجات من العنف المنزلي، وتُلْزِم المرأة الإماراتية بالحصول على إذْن وليّ أمرها من الرجال من أجل الزواج.

إنّ ثقافة المجتمع في البلاد تطورت إلى حد كبير على مدار الأعوام الخمسين الماضية، وتحولت النظرة إلى الأدوار التي تضطلع بها المرأة إلى نظرة ذات طابع أكثر ليبرالية عامًا بعد عام، حسب قول سارة الأميري، وزيرة العلوم المتقدمة في دولة الإمارات. فقد اضطلعت النساء بالمزيد من الأدوار القيادية في العقد الماضي، وتُوِّج ذلك بمشاركتهن في الحكومة. وتضيف الأميري قائلة إن ثلثي الموظفين الحكوميين وربع الوزراء من النساء. وفي السنوات الثلاث الماضية، استحدثت الحكومة إجازة وَضْع أطول لموظفاتها، وساعات عمل مرنة. كما أَقرَّت أيضًا في العام الحالي قانونًا يقضي بالمساواة بين النساء والرجال في الأجور التي يتقاضونها لقاء العمل نفسه.



في الغرفة النظيفة بمركز الفضاء، يعكف الفنيون على تجهيز المسبار المُغلَّف للشحن إلى اليابان.

في مقر جامعة كولورادو في بولدر، إلى جانب مركز محمد بن راشد للفضاء في دبي أيضًا. وقد عاش العديد من المهندسين الإماراتيين -الذين أقام بعضهم بعيدًا عن عائلاته لمدة ستة أشهر متتالية– تجربة جبال روكي كاملة بكل ما فيها، بما في ذلك التزلج، والتخييم. ويقول لاندين عن ذلك: "بعض الصداقات التي أقمتها سوف تدوم إلى الأبد".

رفض شرف التصريح بالميزانية المخصَّصة للبعثة، موضحًا أن الخطة المقررة هي الكشف عن التكلفة الإجمالية بمجرد وصول مسبار "الأمل" إلى مداره حول كوكب المريخ، إلا أنه يؤكد على أن ذلك التحول السريع الذي استغرق ست سنوات فحسب لم يكن نتيجة لإهدار الأموال بلا حساب. وأضاف شرف قائلًا إن أهم ما في الأمر كان دعم القيادة لاتخاذ قرارات سريعة. ففي ظل افتقار دولة الإمارات لعلماء كواكب من أبنائها -وهم العلماء الذين يقترحون في المعتاد حمولات المركبات الفضائية في عملية مفتوحة- فإن قادة البعثة أيضًا وفروا الوقت من خلال تخطي عملية التقييم التنافسي المعتادة.

ويعرب لاندين عن شعوره تجاه المهمة قائلًا إن تدريب مجموعة من الشباب الإماراتيين المتحمسين، والعمل في بيئة تتميز بالجرأة وروح المغامرة –اللتين اتسمت بهما وكالة ناسا في السنوات الأولى– جعل أيضًا البعثة واحدة من أكثر المهام التي قام بها على مدار مسيرته المهنية تشويقًا. ويُعَدّ لاندين من الخبراء المتمرسين في بعثات وكالة ناسا، بما فيها بعثتان لمركبتين جوالتين تجوبان حاليًّا سطح المريخ. وكثيرًا ما يُسأل عن كيفية معاملة دولة الإمارات للنساء، ونراه يجد متعة في الرد قائلًا إن النساء مُمثَّلات تمثيلًا جيدًا، بل إنهن يحظين -في الواقع- بتمثيل أكبر بكثير في الفريق الإماراتي، مقارنة بنظيراتهن في الولايات المتحدة.

الأهداف العلمية

وفيما يتعلق بأهداف الإمارات العلمية، استعانت الدولة بـ"مجموعة تحليل برنامج استكشاف المريخ"، وهو منتدى دولي بقيادة وكالة ناسا، يتوافق على الفجوات المعرفية التي تجب معالجتها في بعثات المريخ المستقبلية. وتقول الأميري في هذا السياق: "كان من المهم جدًّا بالنسبة لنا أن يكون لنا موطئ قدم في مجال علمي لا يكون وثيق الصلة بدولة الإمارات فحسب، ولكنْ بالمجتمع العلمي العالمي كذلك".

ومن ثم، اختار فريق "بعثة الإمارات إلى المريخ" الأدوات، والمدار الذي من شأنه أن يسد فجوة معرفية كبرى تتعلق بكيفية تغيُّر الغلاف الجوي للمريخ خلال الدورات اليومية والموسمية. ويكمن الجانب المبتكر في مسبار "الأمل" في اختيار مداره المُميَّز، إذ سيسلك المسبار مسارًا واسعًا وناتيًا، ولذا، سوف يكون المسبار الأول من نوعه الذي يُقدِّم صورة شاملة للغلاف الجوي للمريخ، وكذلك للغيوم، والغازات، والعواصف الترابية على سطح الكوكب على مدار اليوم بأكمله، بدلًا من الاكتفاء بفترات زمنية أو مساحات مكانية مُحدَّدة. كما أن البيانات التي سوف تتوصل إليها البعثة سوف تكون أيضًا متاحة تمامًا للجميع لدراستها.

وتقول عضوات في الفريق العلمي -تحولن من مهندسات إلى مؤلفات لأبحاث ذات صلة بالبعثة- إنهن شعرن في وقت ما بأنهن تلْفِتن الأنظار في الاجتماعات الدولية بسبب ملابسهن؛ إلا أنهن الآن صرن من العناصر الأساسية الثابتة في المشروع، حيث يتبادلن البيانات، ويلقين المحاضرات. تقول فاطمة لوتاه، وهي مهندسة كيميائية، تعمل على مقياس طيف الأشعة فوق البنفسجية الخاص بالبعثة: "لا يزال مظهرنا بالحجاب لافتًا للانتباه، لكنني اليوم أعرف الكثير من الأشخاص الذين تضمّهم البعثة، وأشعر أنني جزء من هذا المجتمع العلمي".

وتأمل لوتاه أن يصبح هناك قريبًا خريجون في مجال العلوم، لكي يأخذوا أماكنهم داخل الفريق. وبالفعل، ارتفع عدد موظفي مركز محمد بن راشد للفضاء من سبعين شخصًا إلى أكثر من مائتي شخص، ويرسل المركز الباحثين إلى خارج البلاد على نحو منتظم في مهام تبادلية، كما يستضيف باحثين جامعيين متدربين.

يأتي كثير من هؤلاء المتدربين من جامعات بدأت للتو في تقديم برامج أكاديمية في المجالات ذات الصلة. وقد دشنت خمس جامعات إماراتية برامج في العلوم الأساسية. فعلى سبيل المثال، بدأت الجامعة الأمريكية في الشارقة في تقديم برامج دراسية للراغبين في نيل درجة البكالوريوس في الفيزياء، وأطلقت جامعة خليفة في أبو ظبي برنامجًا في هندسة الفضاء والطيران. وفي الوقت ذاته، سرعان ما أصبح المركز الوطني لعلوم وتكنولوجيا الفضاء (NSSTC) -الذي تأسس في عام 2016 بجامعة الإمارات العربية المتحدة في

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

العين- مصدرًا للوظائف البحثية للخريجين.

وعلى حد قول بالهول، تسهم البعثة إلى كوكب المريخ حاليًّا في زيادة الاهتمام بمواد العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات. وقد زاد معدل التحاق الطلاب الإماراتيين ببرامج الدراسة الجامعية في هذه التخصصات الأربعة بنسبة تقترب من 12% سنويًّا، وهو معدل أسرع بست مرات من الاتجاه العام لحركة الالتحاق بالتعليم الجامعي، علمًا بأن الزيادة في معدلات الالتحاق بهذه التخصصات بلغت أعلى مستوياتها بين النساء.

ويرى بالهول أن الحماس لارتياد الفضاء يشهد حاليًا انتشارًا واسعًا في المنطقة بفضل هزاع المنصوري، أول رائد فضاء إماراتي، الذي وصل إلى محطة الفضاء الدولية في عام 2019. وكانت دولة الإمارات قد أعلنت في وقت سابق من هذا العام أنها سوف تقود اتحادًا يضم إحدى عشرة دولة عربية، لبناء قمر صناعي لرصد المناخ في المركز الوطني لعلوم وتكنولوجيا الفضاء. ومنذ عام 2014، أنشأت المملكة العربية السعودية والبحرين وكالات فضاء خاصة بهما. ويقول بالهول إن "بعثة الإمارات إلى المريخ" تمثل واجهة عامة لتَوَجُّه أوسع نحو تشجيع البحث العلمي في دولة الإمارات العربية المتحدة. ووفقًا لخطط دُشِنَت في عام 2017، تهدف الدولة إلى زيادة عدد خريجي الدكتوراة من المواطنين الإماراتيين بمعدل ثلاثة أضعاف بحلول عام 2030، وهو الإنجاز الذي ستكمله الجهود المبذولة لاستقدام باحثين من الخارج، من خلال برنامج أكثر مرونة لمنح التأشيرات.

وتأمل وزارة بالهول أن يعتمد مجلس الوزراء في وقت لاحق من هذا العام اقتراحه بإنشاء صندوق وطني تنافسي للأبحاث، يعمل على تحفيز النمو العلمي، من خلال توفير دعم ثابت وطويل المدى لقطاع العلوم في الجامعات، بما في ذلك تقديم التمويل اللازم لاستقطاب باحثين من الخارج. ويجري بالفعل حاليًّا تنفيذ برنامج تجريبي، مدته أربع سنوات، تديره الوزارة بميزانية تبلغ مائة مليون درهم إماراتي (ما يعادل 27 مليون دولار أمريكي)، حيث سيقدم البرنامج منحًا تمتد إلى عدة سنوات لبرامج بحثية مختارة، على أن تكون الخطوة المقبلة "أكبر بكثير"، على حد قول بالهول.

لقد ارتفعت الحصة المُخصَّصة للبحث والتطوير من الناتج المحلي الإجمالي لدولة الإمارات العربية المتحدة بالفعل من 0.5% في عام 2011 إلى 1.3% في عام 2018، وهي بذلك تسير قدمًا في طريقها نحو تحقيق هدفها لبلوغ 1.5% بنهاية العام القادم. وتملك دولة الإمارات مُخططات كبيرة لمواصلة التقدم في مجال الفضاء؛ حيث تخطط لبناء «مدينة المريخ العلمية» خارج إمارة دبي، وهي المدينة التي ستكون مكرسة للبحث والتعليم، وكذلك الترفيه. كما تدرس دولة الإمارات حاليًّا -شأنها في ذلك شأن العديد من البلدان الأخرى- إرسال مركبات فضائية -وربما بعض البشر- إلى القمر.

ويشعر كثير من الباحثين خارج البلاد بالحماس لهذه المغامرة الإماراتية لارتياد الفضاء، حيث تقول دانيل وود، وهي اختصاصية هندسة الفضاء والطيران والسياسات في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كامبريدج: "أحب الاستماع إلى أفراد الفريق وهم يتحدثون عن دوافعهم للقيام بهذه المهمة، وعن رؤيتهم لها بوصفها هدفًا مُلهِمًا يبث الحماس والأمل في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط".

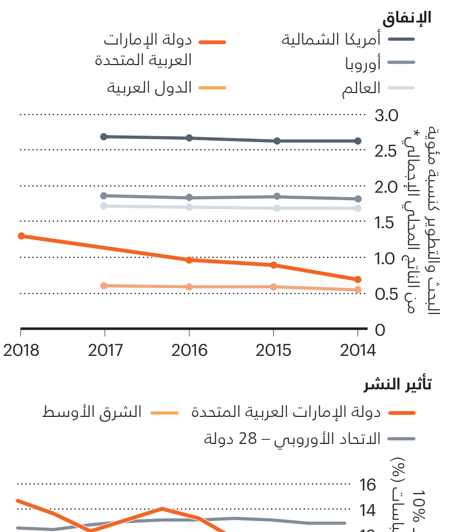
وثمة خطة حكومية أخرى مُعلَنة، تتمثل في أن تصبح البعثة في نهاية المطاف جزءًا من مستوطنة على كوكب المريخ؛ على الرغم من أن هذا لن يمكن تحقيقه قبل عام 2117. ويقول بالهول: "ما زلنا نحتفظ بطموحنا طويل الأمد للذهاب إلى المريخ، لكن القمر يمثل خطوة مهمة نحو تحقيق ذلك". وحتى لو كانت مثل هذه التصريحات مجرد وسائل دعائية، فإن بعثة مسبار "الأمل" جلبت إلى دولة الإمارات بالفعل العديد من المهارات، حسبما يقول كريستيان كوتس أولريخسن، وهو مؤرخ متخصص في شؤون الخليج بجامعة رايس في هيوستن بولاية تكساس. ويضيف أولريخسن قائلًا إن البعثة أسهمت في توظيف جيل جديد من الإماراتيين في مجالَي العلوم، والتكنولوجيا، وهي خطوة على طريق تنويع الاقتصاد (انظر: "العِلْم في ازدهار").

وبالنظر إلى حداثة عهد دولة الإمارات في مَنح درجات الدكتوراة، فمن المُرجَّح أن يتطلب حدوث ازدهار كبير في مجالَي التعليم والبحوث في تخصصات العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات إسهام علماء أجانب في الوقت الحالي. وحتى الآن، لم تواجه المدن الكبرى في دولة الإمارات أيّ متاعب في اجتذاب أصحاب المواهب في قطاع الأعمال من جميع أنحاء العالم، لكن اجتذاب العلماء الأكاديميين قد يكون أكثر صعوبة. ويُحذِّر كوتس أولريخسن من أنه على الرغم من أن دولة الإمارات تَعُدّ نفسها مجتمعًا متسامحًا وليبراليًّا (إلى حد أن لديها "وزارة للتسامح")، فإن الحكومة -التي تُعَد واحدة من المَلَكيَّات الفيدرالية القليلة حول العالم- فرضت إجراءات أكثر صرامة على حرية التعبير

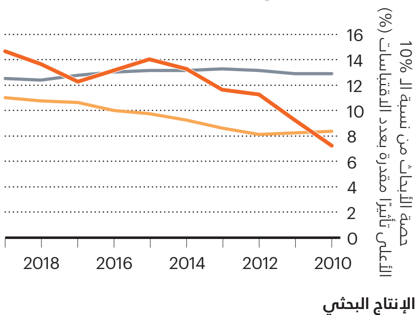
العلم في ازدهار

تعمل دولة الإمارات العربية المتحدة على تعزيز الاستثمارات في مجالي العلوم والتكنولوجيا، وهو ما يتزامن مع ارتفاع أعداد الأوراق البحثية ذات الاستشهادات العالية.

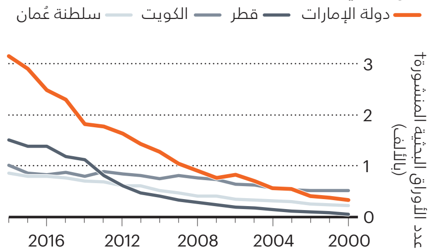
الإنفاق



تأثير النشر



الإنتاج البحثي



†فيما يخص الأبحاث المنشورة التي شارك في تأليفها أكثر من باحث، تُنسب نسبة من كل بحث إلى كل بلد بحسب نسبة هذا البلد من المؤلفين.

SOURCE: SPENDING, UNESCO; PUBLICATION IMPACT, SCOPUS; RESEARCH OUTPUT, US NATIONAL SCIENCE BOARD SCIENCE AND ENGINEERING INDICATORS 2018



NATALIE NACCACHE FOR *NATURE*

منى الحمادي، مهندس أول في المشروع، تباشر عملها في أحد مختبرات مركز الفضاء.

منذ بداية الربيع العربي في عام 2011.

وعلى حد قول أولريخسن، فإن العلماء الذين ينأون بأنفسهم عن السياسة لن يواجهوا أية مشكلات، لكن الباحثين الذين يُعبِّرون عن آراء تسبب حساسية سياسية، أو يعارضون أجندة حكومة الإمارات العربية المتحدة يواجهون خطر الاعتقال والاحتجاز. ويضيف قائلًا: "من حيث ما يُمكن أن يُقال، وما لا يمكن أن يُقال، يُعَد المجتمع الإماراتي واحدًا من أكثر المجتمعات خضوعًا للمراقبة في العالم". كما أن ثمة بعض القوانين الأخرى التي تثير مخاوف الأجانب، على الرغم من أنها نادرًا ما تُطبَّق، مثل القوانين التي تحظر جميع الممارسات الجنسية خارج نطاق علاقات الزواج الطبيعية.

كذلك قد يكون من الصعب على دولة الإمارات الحفاظ على الزخم اللازم لتوسيع نطاق قدرتها العلمية، لأن الاقتصاد الإماراتي كان يعاني حتى قبل حدوث التباطؤ الاقتصادي، وانخفاض أسعار النفط الخام بمعدل النصف بسبب الجائحة. ويقول ألترمان إن البلاد حققت تقدمًا ملحوظًا، لكن الجانب السلبي لطموحها الكبير قد يتمثل في عدم القدرة على الاستمرار. ويضيف ألترمان: "العديد من التحديات التي تواجهها البلاد كانت تتمثل في مواصلة التركيز على متابعة العمل، لأنه دائمًا ما تلوح في الأفق مشروعات واعدة وبراقة جديدة".

في وقت سابق من هذا العام، أبلغ أعضاء من مجلس المراجعة العالمي لمشروع «بعثة الإمارات إلى المريخ» سارة الأميري أنهم في عام 2015 كانوا متشككين في إمكانية نجاح البعثة، على الرغم من أنهم لم يُفصحوا لها عن تلك الشكوك حينذاك، لكن سارة الأميري اعتادت أن تجد نفسها في هذا الموقف الضعيف. ومن هنا، تقول: "نحن دولة حديثة، تأخرت عن المنافسة من المنظور العالمي. ومن الطبيعي أن يظن الناس أن ما نحاول تحقيقه ضرب من الجنون". وتضيف أنه لا يمكن لدولة أن تتقدم بهذه الخطط السريعة التي حققتها دولة الإمارات، دون قيامها بمشروعات جريئة. وتختم حديثها قائلة: "المسألة بالنسبة لنا ليست رفاهية، وليست دعاية زائفة. إنها ضرورة حتمية لتنمية المهارات والقدرات، وتطوير البلاد ككل".

إليزابيث جيبني كبيرة مراسلي دورية *Nature* في لندن.

nature sustainability

RECOMMEND TO YOUR LIBRARIAN

With online access your institution can provide you with easy access to the full-text HTML and PDF versions of original research articles, review articles and news content published by *Nature Sustainability*. Full-text access will also allow you to make best use of the following services:

- Advanced Online Publication (AOP)
- Searchable Online Archive
- Reference Linking Within and Beyond Nature Research
- Table of Contents Alerts
- Web Feed (RSS)
- Downloadable Citation Information
- Supplementary Information

Recommend site license access to your librarian **go.nature.com/recommend**

nature.com/natsustain





A80374

تعليقات

MANUEL VELASQUEZ/GETTY



سيدة تبيع أقنعة طبية (كمامات) في مدينة مكسيكو سيتي.

دروس الماضي تخبرنا: النساء هنَّ الأكثر تضررًا من الجوائح

كلير وينهام، وجوليا سميث، وسارة إي. ديفيس، وهويون فينج، وكارين إيه. جريبين، وصوفي هارمان، وآشا هِرتن كراب، وروزماري مورجان

الآثار الاجتماعية والاقتصادية لمرض "كوفيد-19" أشد وطأةً على النساء منها على الرجال. ولذا، تحتاج الحكومات إلى جمع البيانات، وانتهاج السياسات التي تكفل سلامة المواطنين، وتوفير المأوى والأمن لهم جميعًا، دون تفرقة.

النساء أكثرُ من الرجال تأثُّرًا بالتداعيات الاجتماعية والاقتصادية لتفشِّي الأمراض المعدية؛ فعليهنَّ يقع الجزء الأكبر من عبء الرعاية حين تغلِق المدارس أبوابها، أو يصيب المرض أيًّا من أفراد الأسرة[1-2]. زِد على ذلك، أنَّهن أكثر عرضةً للعنف المنزلي[3]، وأقلّ من الرجال حظًّا من حيث إتاحة فرص الحصول على خدمات الصحة الجنسية والإنجابية. ثم إنَّهن كثيرًا ما يعملن لساعاتٍ أقل، وبموجب عقودٍ لا تضمن حقوقهن، أو لا تكفُل لهن حدًّا أدنى من ساعات العمل؛ ولذا، فإنَّهن أكثرُ من الرجال عرضةً لفَقْد وظائفهن في الأوقات التي يُخيِّم عليها عدم الاستقرار الاقتصادي[2].

وفي أوائل شهر إبريل الماضي، صرَّح الأمين العام للأمم المتحدة، أنطونيو جوتيريش، قائلًا إنَّ هناك "ارتفاعًا عالميًّا مُفزعًا في معدلات العنف المنزلي" منذ بداية فرض تدابير الإغلاق على خلفية تفشِّي جائحة "كوفيد-19". فعلى سبيل المثال، سجَّلت ماليزيا ارتفاعًا نسبته 57% في المكالمات التي ترد إلى خطوط النجدة المُخصَّصة لحالات العنف المنزلي، خلال الفترة الممتدة من الثامن عشر حتى السادس والعشرين من شهر مارس الماضي. أَضِف إلى ذلك، أنَّ عيادات الصحة الجنسية والإنجابية قد أغلقتْ أبوابها على مستوى العالم، كما فرضت بعض الولايات الأمريكية قيودًا على عمليات الإجهاض[4].

والحقُّ أن شيئًا من ذلك لا يدعو إلى الاستغراب. فقد أدَّى تفشِّي فيروسَي "إيبولا"، و"زيكا" خلال السنوات القليلة

الماضية إلى زعزعة الأمن الاجتماعي الاقتصادي للنساء[2]، وامتد ذلك إلى فتراتٍ أطول، مقارنةً بالرجال[1]. ففي أثناء تفشّي وباء الإيبولا في غرب أفريقيا في الفترة الممتدة بين عامي 2014، و2016، على سبيل المثال، نَجَم عن تطبيق الحجر الصحي إغلاق أسواق الأطعمة وغيرها من السلع، ما أدَّى إلى قطع أرزاق التجار في سيراليون، وليبيريا، وغالبيتهم العظمى (85%) من النساء[5]. وصحيحٌ أنَّ هناك رجالًا فقدوا وظائفهم كذلك، لكنَّ 63% منهم عادوا إلى أشغالهم بعد انقضاء 13 شهرًا من اكتشاف أولى حالات الإصابة، بينما لم تزِد تلك النسبة في حالة النساء عن 17% (المرجع رقم 2).

وفي الوقت ذاته، لا نعلم سوى النزر اليسير عن تأثيراتٍ متباينة للأمراض المعدية على الرجال والنساء. وهذا من شأنه أن يجعل الاستجابات -على المستوى السياسي، وكذلك على مستوى السياسات العامة- يكتنفها التخبُّط والعشوائية، حيث إنّ حكومات قليلة هي التي تُقْدِم على جمع البيانات الأساسية عن حالات الإصابة بالعدوى مُصنَّفةً حسب الجنس والنوع الاجتماعي، وكذلك البيانات الخاصة بالتأثيرات الاجتماعية والاقتصادية المترتبة على الاستجابة لنوبات التفشّي. لذا، تتسم تحليلات تلك البيانات بأنها شديدة العموم، وتُجرَى في -كثيرٍ من الأحيان- بعد انحسار التفشّي، فضلًا عن نقص المعلومات (go.nature.com/a9gtja). وهذه المرة، لا بد من تلك الثغرات.

ومن هذا المنطلق، ندعو هنا إلى إجراء أبحاثٍ على مرض "كوفيد-19"، وكذلك بذل الجهود الكفيلة بالتصدّي للجائحة، والتعافي من آثارها، على أن تكون مخصَّصة وملائمة لدعم المرأة (انظر: "كيف يمكن الحد من تبعات "كوفيد-19" المتباينة حسب النوع الاجتماعي"). وفي هذا الصدد، ينبغي أن نشير إلى أنَّ هناك ثلاث أولويات ينبغي العمل عليها، هي: التصدي لظاهرة العنف المنزلي، وضمان إتاحة خدمات الصحة الجنسية والإنجابية، وتوفير سُبُل العَيش للنساء.

إننا ندرك أنَّ فئة النوع الاجتماعي لا تضمُّ نوعين فقط، وأنَّ النوع قابلٌ للتغيُّر. ونفطِن كذلك إلى أنَّ الجائحة تؤثر بصورةٍ مختلفة على هؤلاء الذين لا ينتمون إلى أيٍّ من النوعين التقليديين، وكذلك المتحولين جنسيًّا (go.nature.com/2zym8jc). كما لا يغيبُ عنَّا أنَّ النوع الاجتماعي يتداخل في مسائل الصحة العالمية مع مُحدِّدات اجتماعية أخرى، تَقسِم الناس إلى مجموعاتٍ مختلفة، ومنها الأصول الإثنية والعرقية، والديانة، والموقع، والإعاقة، والطبقة الاجتماعية6. ومن ثمَّ، ففضلًا عمَّا طرحناه آنفًا، لا بد من توسيع رُقعة الجهود التي تستهدف الحد من التأثيرات المُتباينة لمرض "كوفيد-19"، بحيث تشمل استكشاف المساحات التي تتقاطع فيها عوامل التهميش مع قابلية التضرُّر من الأزمات المختلفة.

العنف المنزلي

ارتفعَتْ معدلات العنف المنزلي في شتَّى أنحاء العالم منذ بداية تطبيق تدابير التباعُد الاجتماعي والإغلاق؛ للحد من انتشار مرض "كوفيد-19"[7]؛ الأمر الذي كان له تأثيرٌ أشد وطأة على النساء والفتيات منه على الرجال[8]. ففي شهر مارس الماضي، أفادت وسائل الإعلام بأنَّ هناك امرأةً تُقتل على يد شريكها كل 29 ساعة في الأرجنتين؛ وهو ما يزيد على المتوسط الشهري بنحو أربع سيدات (go.nature.com/3evkopw). ولم تُعلَن بعدُ الإحصاءات الرسمية في هذا الشأن، كما لا يمكن الوثوق بها في كثيرٍ من الأحيان، لأن التقارير كثيرًا ما تُغفِل العلاقة بين الضحية والمعتدي، والدافع وراء الاعتداء[9]. ونظرًا إلى أنَّ تدابير التباعُد الاجتماعي تفرض قيودًا على تحركات النساء وخصوصيتهن، فإن الكثيرات منهن يواجهن مشقةً في الحصول على المساعدة. وأكبر الظن أن حالات العنف المنزلي سوف تواصل الزيادة مع استمرار تفشّي مرض "كوفيد-19"، ومواصلة عملية جمع البيانات[3].

والجدير بالذكر أن أنماطًا مشابهةً قد ظهرت في أزماتٍ صحية سابقة. ففي أثناء تفشّي وباء الإيبولا في عام 2014 في غينيا، على سبيل المثال، ارتفعَتْ معدلات العنف القائم على النوع الجنسي أو الاجتماعي بنسبة 4.5%، مقارنةً بمستويات ما قبل التفشّي، وفقًا لما أعلنته وزيرة الشؤون الاجتماعية وشؤون المرأة والطفل في غينيا. وفي العام الماضي، أوضحت دراسةٌ أُجريت على المناطق التي طالَها وباء الإيبولا في جمهورية الكونغو الديمقراطية أنَّ النساء والفتيات أبلغن عن زيادة معدلات العنف الجنسي والمنزلي في أعقاب بداية تفشّي الوباء في عام 2018 (go.nature.com/3duubsx).

والملاحَظ أن جهود البلدان في التعامل مع هذه القضية في ظل الجائحة الحالية تتباين فيما بينها تباينًا كبيرًا. ففي بعضها، لم تُحرِّك الحكومة ساكنًا حيال هذه الظاهرة، كما هو الحال في كازاخستان، التي لا يُعد العنف المنزلي فيها جريمةً يعاقب عليها القانون[10]. وهناك أيضًا دولة المجر، التي أعلنت في شهر مايو الماضي رفضها التصديق على اتفاقية إسطنبول، الهادفة إلى مناهضة العنف ضد المرأة؛ وهو ما يترك نساء هذا البلد الأوروبي دون حمايةٍ من التعرُّض للعنف المنزلي (go.nature.com/3ewmmpg).

وفي المقابل، تأهَّبت دولٌ أخرى لمجابهة هذه الظاهرة. ففي إيطاليا، أقدَمَتْ الحكومة على زيادة عدد خطوط النجدة المُخصَّصة للإبلاغ عن العنف المنزلي، ووضعت بروتوكولاتٍ للإبلاغ في سِرّية عن حالات العنف الأُسَري عبر الصيدليات (go.nature.com/2vfxj5f). أمَّا أستراليا، فضخت مزيدًا من الأموال للمؤسسات المُناهِضة للعنف، ومنها المؤسسات التي توفر مأوًى آمنًا للضحايا. وعزَّزت كينيا من خدمات الاستشارات الهاتفية للنساء

كيف يمكن الحدُّ من تبعات "كوفيد-19" المتباينة حسب النوع الاجتماعي؟

ثمة خطوات يجب اتخاذها على ثلاث مراحل، لمعالجة القضايا المتصلة بالعنف المنزلي، والصحة الجنسية والإنجابية، وعمل المرأة.

قبل الجائحة: يتعين على الدول أن تتعلم من المشكلات والحلول التي ظهرت خلال تفشّي الأوبئة السابقة، وكذلك من دروس الموجة الأولى لجائحة "كوفيد-19". وفي مايو الماضي، أصدرت منظمة الصحة العالمية وثيقة إحاطة تتناول تبعات مرض "كوفيد-19" المُتباينة، حسب النوع الاجتماعي (go.nature.com/3hubc4k). وينبغي على المنظمة أن تُتبِع تلك الوثيقة بتوجيهاتٍ توضح أفضل الممارسات في هذا المضمار.

ولا بد لتلك التوجيهات أن تصبح جزءًا من استراتيجيات الاستعداد المحلّي في كل دولة، التي تُفصِّل المؤشراتِ وبنود الميزانية التي ينبغي متابعتها في مجموعات البيانات الوطنية، مثل البيانات المُصنَّفة حسب الجنس والنوع الاجتماعي عن التكاليف الأساسية للحصول على الرعاية الصحية، ومعدلات الإصابة بالمرض، والوفاة، والبطالة، والجريمة، وما إلى ذلك. فعلى سبيل المثال، تُمثِّل النساء 54% من إجمالي الأشخاص الذين أودَى بحياتهم مرض "كوفيد-19" في مقاطعة كيبك الكندية، حيث يُشكلن غالبية العاملين في مجال الرعاية، والمقيمين في دور الرعاية؛ بخلاف ما تشير إليه الإحصاءات العالمية من أنَّ معدلات الوفاة أعلى بين الرجال. وفي كينيا، توصَّل مسحٌ إلى أنَّ عدد النساء اللائي أبلغن عن فقدانهن الكامل لدخولهن أو وظائفهن يتجاوز عدد الرجال[19]. فهل يمكن للدول الأخرى أن تُعدِّل سياساتها لتُناسب تلك الظروف؟

أثناء الجائحة: ينبغي على واضعي السياسات أن يُسلِّموا بحقيقة أنَّ تفشّي الأوبئة يؤثر على الفئات المختلفة تأثيرًا متباينًا. وعلى الحكومات أن تجمع بياناتٍ متعددة الجوانب، ومصنَّفة حسب النوع الاجتماعي، عن كل جانبٍ من جوانب جهود التصدي للجائحة في كل بلد، بدءًا من معدلات الإصابة والوفاة، وخطط الحماية الاجتماعية والتوظيف، ووصولًا إلى توفُّر الخدمات الصحية غير المرتبطة بالجائحة. وينبغي تمويل أبحاثٍ سريعة ومتعددة التخصصات، تبحث في التبعات المتباينة حسب النوع الاجتماعي لتفشّي الفيروس، ودمج نتائجها سريعًا في السياسات والاستراتيجيات المعمول بها، ودعمها خلال مراحل التعافي من آثار الجائحة. ويجدُر بالحكومات، أيضًا، أن توفر التمويل للمؤسسات التي تعمل على دعم النساء المعرَّضات للعنف المنزلي، أو الناجيات منه، ودراسة شؤونهن. ولا بد من إيلاء الأولوية للصحة الجنسية والإنجابية، وحمايتها، وتناولها بالبحث والدراسة. أما السياسات الحكومية الرامية إلى دعم سُبُل العيش، فينبغي ألَّا تكون مشروطة، وأن تكون واسعة النطاق، وتُراعي تبايُن تأثيرات الجائحة على الرجال والنساء، وأن تتبنّاها الحكومات مرارًا وتكرارًا مع تغيُّر المعلومات المتوفرة، وتبدُّل الأحوال.

بعد الجائحة: ينبغي أن يمثل النوع الاجتماعي عنصرًا أساسيًّا في الدروس المستفادة التي سنعتمد عليها في جهود التعافي من الجائحة، والاستعداد لأي جوائح مستقبلية. ويجب أن تُراعي الخططُ الانتقالية التأثيراتِ الأوسع نطاقًا على العنف المنزلي، وسُبُل المعيشة، والصحة الجنسية والإنجابية. فعلى الحكومات -على سبيل المثال- أن تأخذ بعين الاعتبار ما إذا كانت سياسات العودة التدريجية إلى العمل ستجعل النساء أو الرجال أكثر عرضةً لموجةٍ ثانية من العدوى، أم لا، وكيف أنَّ التعجيل بإنهاء تطبيق تدابير الإغلاق قد يصاحبه ارتفاعٌ في معدل طلب النساء للمساعدة لمواجهة العنف المنزلي. كما ينبغي أن يُؤخذ في الحسبان، لدى وضع الخطط طويلة الأمد للتعافي من الجائحة، التبعات المحتملة للركود على فرص العمل المحدودة للنساء، التي تقل عما يتوفَّر من فُرَص للرجال، وعلى معدلات أجورهن، التي تنخفض عما يتقاضاه الرجال، وكذلك على استقلالهن الاقتصادي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



PATRICK BAZ/ABAAD/AFP/GETTY

رسائل مناهِضة للعنف المنزلي مُعلَّقة على واجهة أحد المباني السكنية في لبنان.

اللاتي يعانين عنفًا منزليًا، أو يواجهن خطر التعرُّض له (go.nature.com/3dbvubn).

ولتحديد المناطق التي يمكن فيها لمثل تلك التدخلات أن تقلص حجم الضرر الناجم عن العنف المنزلي، ثمة حاجة مُلحَّة إلى جمع البيانات عبر مجموعةٍ متنوعة من الوسائل. وينبغي أن توضع هذه الاستراتيجية موضع التنفيذ في أثناء تفشِّي الوباء، وبعد انحساره، مع التركيز على أسباب العنف، وأماكن وقوعه، غير أنَّ حالات العنف المنزلي لا يُبلَّغ عنها في كثيرٍ من الأحيان، ومن هنا تبرُز الحاجة إلى وسائل مبتكرة.

والحقُّ أن عملية جمع البيانات تواجه الكثير من التحديات، لا سيَّما في ظل أزمةٍ مثل جائحة "كوفيد-19". ولذا، يتعين على الحكومات والباحثين العمل جنبًا إلى جنب مع مؤسسات دعم الناجين، سعيًا إلى فهم أبعاد الأزمة، وتأثيراتها، والتغيرات في سياقاتها، وديناميّاتها الاجتماعية والسياسية. وعلى سبيل المثال، ما التغيرات التي طرأَتْ على معدلات العنف نتيجةً لإجراءات الإغلاق، أو البطالة؟ وحتى يتسنَّى للباحثين رصد قصص النساء اللائي تعرضن للعنف، وربما لا تعكس الإحصاءات الرسمية تجاربهن، فعليهم أن يستعينوا بمنهجيات بحثية كيفية، كإجراء مقابلاتٍ مع قادة المجتمع، ومقدمي خدمات الرعاية الصحية، ومع النساء أنفسهن[11]. وينبغي تحديد نماذج لأفضل الممارسات، ومشاركة تلك النماذج، بحيث تكون دليلًا يُسترشد به لدى التصدِّي لتفشي الأوبئة في المستقبل.

الصحة الجنسية والإنجابية

من المعلوم أنَّ أزمات الصحة العالمية تحدّ من إتاحة خدمات الصحة الجنسية والإنجابية، وتعوق الحصول عليها؛ ويصدُق ذلك جائحة "كوفيد-19" بطبيعة الحال. وهذا الانتقاص الخطير من حقوق المرأة ورفاهيتها يُعطِّل المُضيَّ نحو تحقيق هدف المساواة بين الجنسين، وهو من أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة. ومع ذلك، فإنَّ الخطة الاستراتيجية للاستعداد والاستجابة، التي وضعتها منظمة الصحة العالمية لمواجهة جائحة "كوفيد-19"، لم تخرج -حتى يوم التاسع من يونيو الماضي- بأية توصياتٍ تتعلق بكيفية توجيه الموارد لإتاحة عمليات الإجهاض الآمنة، وضمان توفُّر وسائل منع الحمل.

وهكذا، تُركت كل حكومةٍ لتضع استراتيجيتها الخاصة، وقد ترتَّبت على ذلك تداعياتٌ شديدة الخطورة. فعلى سبيل المثال، ما زالت وسائل منع الحمل غير متوفرة في إندونيسيا، وموزمبيق، ودول أخرى كثيرة. كما أُلغيَت عمليات الإجهاض في إيطاليا، وما تزال مُلغاة في بعض المستشفيات. فإذا أضيفت هذه المشكلات إلى الزيادة في وتيرة العنف الجنسي والاعتداءات المنزلية أثناء تفشِّي الأمراض، فإن المحصِّلة هي

"هذا الانتقاص الخطير من حقوق المرأة ورفاهيتها يُعطِّل المُضيَّ نحو تحقيق هدف المساواة بين الجنسين".

الإقلال من استقلالية النساء والفتيات، والقدرة على تقرير مصائرهن، كما قد تؤثر على صحتهن ورفاهيتهن.

فقد قدَّرت بعض الدراسات، في أعقاب انحسار وباء الإيبولا في سيراليون في عام 2014، أنَّ معدلات الحمل قد ارتفعَتْ بين المراهقات بنسبة 23%، مقارنةً بالعام السابق[12]. ثم إنَّ القيود المفروضة على عمليات الإجهاض لا تحدّ بالضرورة من الطلب عليها[13]، وهو ما يدفع النساء إلى التماس الإجهاض سرًّا، فيصير غير آمن. ففي عام 2016، أثناء تفشِّي فيروس "زيكا" -الذي يؤثر على نمو الأجنة، والذي تسبَّب الإصابة به في إنجاب أطفالٍ ذوي رؤوس أصغر من المعتاد، أي مصابين بالحالة المعروفة باسم "صغر الرأس" microcephaly- لم تشهد تلك الفترة إدخال أي تعديل على السياسات الوطنية، من شأنه زيادة إمكانية الحصول على خدمات الصحة الإنجابية[14].

ونتيجةً لذلك، أخبرتنا نساءٌ يعشن في بؤرة تفشي الوباء، وتحديدًا في البرازيل، وكولومبيا، والسلفادور -ضمن دراسةٍ تخضع حاليًّا لمراجعة الأقران- بأنَّهن قد سَعيْن إلى إجراء عمليات إجهاض غير آمنة، وذلك عن طريق مُقدِّمين لهذه الخدمات عثرن عليهم على شبكة الإنترنت، أو من خلال الجماعات النَّسويَّة، أو السوق السوداء. ونظرًا إلى أنَّ ممارسة الإجهاض محظورةٌ في معظم الدول التي تفشَّى فيها فيروس "زيكا"، لا تتوفَّر إحصاءاتٌ رسمية عنها.

والملاحَظ أن السياسات التي تتبعها الحكومات المختلفة في التعامل مع ملف الإجهاض خلال الجائحة الحالية تتباين فيما بينها أشدَّ التبايُن، وهو ما سينعكس على النساء في صورٍ مختلفة. فعلى سبيل المثال، أدخلت إنجلترا تعديلًا على تشريعاتها في شهر مارس الماضي، يُجيز الإجهاض الدوائي في المنازل (باستخدام حبوب معينة، منها: "ميفبريستون" mifepristone، و"ميزوبروستول" misoprostol)، بعد استشارة أحد الأطباء عبر شبكة الإنترنت. وعلى النقيض من ذلك، فرضت عددٌ من الولايات الأمريكية -هي ولايات تكساس، وأوهايو، وآيوا، وأوكلاهوما، وألاباما- مزيدًا من القيود على عمليات الإجهاض، معتبرةً إياها خدمةً غير ضرورية[4].

ووفقًا لتقديرات منظمة "ماري ستوبس إنترناشيونال" Marie Stopes International لتنظيم الأسرة، فإنَّ عدد عمليات الإجهاض الإضافية غير الآمنة التي تسبَّبت فيها جائحة "كوفيد-19" ربما يصل إلى 2.7 مليون عملية.

ومن هنا، ينبغي على واضعي السياسات أن يتخذوا ثلاث خطواتٍ عاجلة على المدى القصير. أولًا، عليهم أن يعملوا على إتاحة وسائل منع الحمل في الصيدليات بالمجَّان. وثانيًا، يتعيَّن عليهم السماح بالإجهاض الدوائي في المنازل، على ألا تُقدِم المرأة على هذا الخيار، إلا بعد استشارة أحد مقدمي الرعاية الصحية عبر شبكة الإنترنت. وثالثًا، عليهم أن يُشكِّلوا حزمةً من خدمات الصحة الجنسية والإنجابية، تضمُّ الحد الأدنى من هذه الخدمات، لتكون متاحةً عند بداية كل أزمةٍ إنسانية. كما ينبغي أن تكفل تلك الحزمة إتاحة وسائل منع الحمل، وخدمات رعاية الحوامل قبل وبعد الولادة، ورعاية حديثي الولادة، والعناية اللازمة لعمليات الإجهاض الآمنة.

وينبغي طرح تلك الحزمة مع بداية كل أزمةٍ إنسانية. فالزيادة في معدلات حوادث العنف الجنسي والمنزلي خلال تفشِّي وباء الإيبولا في جمهورية الكونغو الديمقراطية تكشف النقاب عن صعوبة إعطاء الأولوية للصحة الجنسية والإنجابية في أوقات الطوارئ، حين تكون منظومات الرعاية الصحية مُنهَكَةً بالفعل. وفي هذا الشأن، تقدِّم مجموعة العمل المشتركة بين الوكالات المعنية بالصحة الإنجابية خلال الأزمات بمدينة نيويورك تفاصيلَ حول ما يتعين على الحكومات والمؤسسات المانحة توفيره للنساء والفتيات، لتلبية احتياجاتهن ذات الصلة بالصحة الإنجابية. فعلى سبيل المثال، تزيد احتمالية لجوء النساء إلى طلب الخدمات في المواقع التي يقلّ فيها تعرُّضهنّ للخطر، مثل المراكز المجتمعية، مقارنةً بالمستشفيات، التي كثيرًا ما يُنظر إليها بوصفها بؤرًا للأمراض.

وعلى المدى البعيد، يتعيَّن على الباحثين أن يدرسوا تأثيرات زيادة صعوبة الحصول على خدمات الصحة الجنسية والإنجابية خلال الجائحة. فالمقارنة بين مدى اعتماد النساء على تلك الخدمات خلال الأزمات، وفي الأوقات الطبيعية، يمكن أن تُساعِد على الخروج بتحليل لمعدلات الخصوبة، أو معوِّقات الحصول على الرعاية الصحية. وعلى سبيل المثال، تسبَّبت مخاطر متلازمة فيروس "زيكا" الخلقية في تغيير النساء لقراراتهن المتعلقة بالإنجاب، لكنَّ هذا لم يكن اتجاهًا عامًّا في المجتمع بأكمله. كما تراجعت معدلات الخصوبة بدرجةٍ أكبر لدى المجموعات الأعلى من حيث المستوى الاجتماعي والاقتصادي، مقارنةً بالمجموعات ذات الدخل المنخفض[15]. وتتيح هذه المعلومات للحكومات توجيه البرامج والمشروعات إلى المناطق الأشد احتياجًا إليها.

سُبُل العَيش

ألحقَتْ جائحة "كوفيد-19" ضررًا بالغًا بسُبُل العَيش في مختلف أرجاء العالم. ويتوقع كل من الاتحاد الأفريقي، وصندوق النقد الدولي، ومنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، أنْ تترك الجائحة آثارًا مروِّعة على الاقتصادات الوطنية، والإقليمية، والعالمية.

وبحلول السابع والعشرين من مارس الماضي، كانت 84 دولةً قد اتخذت تدابير مالية تهدف إلى التخفيف من الآثار الاقتصادية للجائحة على الأُسر[16]. وبحلول الثاني عشر من يونيو، ارتفع هذا العدد إلى 195 دولة. وقد لجأت معظم الحكومات إمَّا إلى رفع سقف التغطية التأمينية، أو زيادة التعويضات المقدَّمة إلى المتضررين، مقارنةً بخطط الحماية الاجتماعية الحالية. كما زادت 47 دولةً من مرونة برامج الإعانات النقدية، عن طريق إلغاء بعض الشروط، مثل وجوب ارتياد الأطفال للمدارس، وضرورة التزام المرأة بمواعيد زيارات الرعاية الطبية قبل الولادة، وبعدها (كما هي الحال في الفلبين). وقد وفَّرت دولٌ -مثل أرمينيا- خدمة توصيل مبالغ الإعانات النقدية إلى كبار السن. كما أدخلت 64 حكومةً تعديلاتٍ على إعانات البطالة، وتبنَّت 49 دولةً منها تدخلاتٍ تتعلق بالإجازات المَرضية مدفوعة الأجر16.

وحتى وقتنا هذا، لم تُعلِن سوى 16 دولة عن اتخاذ تدابير جديدة للحماية الاجتماعية تخص المرأة، أو إدخال تعديلاتٍ على التدابير القائمة. فعلى سبيل المثال، زادت باكستان المبالغ النقدية التي توفرها للنساء اللائي يتلقين بالفعل إعاناتٍ مالية من الدولة. كما أتاحَتْ الجزائر إجازات مدفوعة الأجر للحوامل، أو مَن يعانين أمراضًا مزمنةً، أو يَرعيْن أطفالًا. وكذلك تمنح جمهورية توجو المرأة 21 دولارًا أمريكيًّا شهريًّا في الوقت الحالي، فيما يتحصَّل الرجل على 17 دولارًا. وفي تعليقه على السبب وراء هذه التفرقة، أوضح رئيسها، فور إجناسنجبي -في شهر إبريل الماضي- أنَّ ذلك إنما يرجع إلى أنَّ النساء "يؤدين دورًا مباشرًا في رعاية الأسرة بأكملها"، متجاوزًا الدور الذي يؤديه الرجال. أمَّا كندا، فعَمَدَتْ إلى زيادة مخصصات برنامجها الوطني لإعانات رعاية الأطفال، الذي يستهدف الأمهات بالدرجة الأولى، ما لم يُطلَب خلاف ذلك. إن مثل هذه السياسات تعكس تفهُّمًا للعبء الكبير، والمتزايد، الذي ألقَتْ به جائحة "كوفيد-19" على كاهل النساء، إذ يُفترض فيهنَّ -وفقًا للمعتقدات السائدة في بعض المجتمعات- أن ينهضن بالجانب الأكبر من مسؤوليات الرعاية.

بيْد أن السياسات التي تنتهجها غالبية الدول تتجاهل حقيقة أنَّ الآثار الاقتصادية للجائحة غالبًا ما تكون أشدَّ وطأةً على النساء منها على الرجال، ثم إنَّ التدابير التي تتخذها الحكومات لا توفِّر تغطيةً كافية للعمالة المُؤقَّتة، أو لِمَن يعملون في إطار ما يُعرَف بالاقتصاد غير الرسمي، مثل الباعة المتجولين، أو أولئك الذين يعملون بموجب عقود لا تضمن لهم حدًّا أدنى من ساعات العمل. وهؤلاء يواجهون مخاطر أكبر، إذ يفتقرون إلى الحماية الاجتماعية التي يتمتع بها مَن يشغلون الوظائف الرسمية. ويُذكر أن نسبة العاملين في الاقتصاد غير الرسمي في البلدان ذات الدخل المنخفض والمتوسط، بصفةٍ خاصة، تبلغ 92% من النساء، في مقابل 87% من الرجال[17]. وبرغم صغر الفارق بين هاتين النسبتين، غالبًا ما تعمل النساء في وظائف تجعلهن أكثر عرضةً للاستغلال والعنف، مثل وظائف الخدمة المنزلية، والعمل من المنزل، أو المشاركة في المشروعات التجارية العائلية[17]. وليست الدول مرتفعة الدخل بمنأى عن ذلك؛ إذ تشير البيانات الصادرة عن المعهد الأوروبي للمساواة بين الجنسين إلى أنَّ 26.5% من الموظفات في دول الاتحاد الأوروبي يعملن في وظائف غير مستقرة، مقارنةً بنسبةٍ تبلغ 15.1% من الرجال (go.nature.com/3eaabbt).

وفضلًا عن ذلك، تشكل النساء النسبة الأكبر من موظفي القطاعات التي تتجه إلى تسريح العمالة في الوقت الراهن، مثل قطاعات الفنادق، والسفر، والتعليم، والبيع بالتجزئة (انظر، على سبيل المثال: go.nature.com/2zalzme). كما اضطرت الكثيرات من النساء إلى التوقف عن أداء أي عملٍ مؤقت، ليتفرَّغن للاضطلاع بمهام رعاية الأسرة خلال فترة الإغلاق.

ومن هذا المنطلق، تنشأ الحاجة المُلحة إلى اتخاذ تدابير أوسع نطاقًا، تهدف إلى دعم هؤلاء العاملات وعائلاتهن. وبحلول الثاني والعشرين من مايو، لم يكن عدد الدول

> "تُركت كل حكومةٍ لتضع استراتيجيتها الخاصة، وقد ترتَّبَتْ على ذلك تداعياتٌ شديدة الخطورة".

والأقاليم التي أعلنَتْ عن التزامها بتقديم دعمٍ مالي إلى العمالة غير الرسمية يزيد على 29 دولة وإقليمًا، من أصل 190 دولةً وإقليمًا تتوفر معلوماتٌ بشأنها في ذلك الصدد، وهو ما يُعرِّض ملايين الناس للخطر[16]. فقد تعهَّدت إسبانيا، مثلًا، بتوفير دخلٍ أساسي شامل، من شأنه أن يحمي جميع العاملين. وعلى النقيض من ذلك، لا تمنح هونج كونج الإعانات الشاملة سوى للمقيمين الدائمين؛ أي أنها لن تشمل سكان المدينة من المهاجرين الذين يعملون في مجال الخدمة المنزلية، والذين تبلغ نسبتهم 5%، غالبيتهم من النساء[18]. وكذلك يدعم برنامج "جوبكيبر" JobKeeper في أستراليا، خلال فترة تفشِّي الجائحة، أجور الموظفين الذين يتحصَّلون على راتب ثابت، لكنَّه لا يوفر إعاناتٍ للعمالة المؤقتة، التي تكون غالبًا من النساء (go.nature.com/2zalzme).

ولذا، فعلى المدى القصير، ينبغي أن ينصبَّ اهتمام الحكومات على مدِّ يد العون إلى العمالة المؤقَّتة وغير الرسمية. فعلى سبيل المثال، لا بد من إلغاء الشروط التي تتطلب أن يكون المرء قد حصل على دخلٍ خاضع للضريبة في الماضي، حتى يستفيد من الإعانات المُخصَّصة لمواجهة آثار الجائحة، كما ينبغي التأكد من أنَّ إعانات البطالة والمرض تفي بالاحتياجات الأساسية.

وهنا أيضًا تبرُغ الحاجة إلى الابتكار، حيث إن نيوزيلندا -على سبيل المثال- تقترح أن يقتصر أسبوع العمل على أربعة أيامٍ فقط، للحدّ من ارتفاع معدلات البطالة، ومساعدة الموظفين على تحقيق توازنٍ أفضل بين العمل، والاستمتاع بالحياة، وتعزيز السياحة المحلية؛ وهي فكرة مستوحاة من ميزانية الرفاهية التي وضعتها الدولة خلال العام الماضي (go.nature.com/2bjt1qa).

ولكي نحصل على المعلومات الكفيلة بإرشادنا إلى مَخرَجٍ من هذا الركود العالمي، نحتاج إلى متابعة التأثير الفعلي للسياسات على الفئات الأكثر تضررًا على نحوٍ آنيّ، بحيث يمكن تعديل الاستراتيجيات إذا لزم الأمر. وهذه الأبحاث تتطلب بياناتٍ عن القوى العاملة، مُصنَّفة حسب الجنس، غير أنَّ حكومة المملكة المتحدة -على سبيل المثال- أوقفت جمع البيانات المتعلقة بالفجوة بين الجنسين في الأجور خلال الجائحة، إذ تعتبرها غير ضرورية، في حين أنَّها الآن أهمُّ من أي وقتٍ مضى.

السياق يصنع الفارق

يجب التعامل بحذرٍ مع المقارنات العامة التي تُعقد بين استجابات الفئات المختلفة لجهود مجابهة جائحة "كوفيد-19". فالنوع الجنسي وتأثيراته يرتبطان بالسياق، ويتباينان من دولةٍ إلى أخرى، ومن منطقةٍ إلى أخرى داخل الدولة الواحدة. صحيحٌ أن البيانات التي جُمِعَت في أزماتٍ صحية أخرى في ليبيريا، واليمن، والبرازيل يمكن أن تَشِيَ بالاتجاهات السائدة، إلا أنَّ مجموعات البيانات كثيرًا ما يعتريها النقص، وتستند الفروق الدقيقة -إلى حد بعيد- إلى اعتباراتٍ بعينها، منها الأصول العِرقية والإثنية، والديانة، والموقع، والإعاقة، والطبقة الاجتماعية[6]. إنّ معالجة المشكلات التي تواجه المرأة خلال تفشِّي الأوبئة تُسلِّط الضوء على مشهدٍ أوسع نطاقًا من انعدام المساواة. لذا، يتعين على واضعي السياسات أن يأخذوا بعين الاعتبار جميع المُهمَّشين، وأن يوفروا لهم الدعم.

لعلَّ هناك مَن يتخذ موقفًا منتقِدًا من هذه الرؤية التي نطرحها هنا، ويدعو إلى التركيز على أولوياتٍ مغايرة. أما نحن، فنطالب الحكومات بالاستناد إلى الأدلة، لضمان توفُّر السلامة، والمأوى، والأمن على نحوٍ متكافئ لجميع المواطنين. وعندما تُلملم الجائحة أذيالها، ينبغي أن يكون التصدي لظاهرة غياب المساواة بين الجنسين على رأس أولويات برنامج أوسع نطاقًا، يستهدف إعادة بناء عالَمنا على أُسسٍ أفضل.

كلير وينهام

تعمل أستاذة مساعدة لسياسات الصحة العالمية في كلية لندن للاقتصاد والعلوم السياسة بالمملكة المتحدة.

1. Human Rights Watch. *Neglected and Unprotected: The Impact of the Zika Outbreak on Women and Girls in Northeastern Brazil* (Human Rights Watch, 2017).
2. Bandiera, O. *et al. The Economic Lives of Young Women in the Time of Ebola: Lessons from an Empowerment Programme (Working Paper F-39301-SLE-2)* (International Growth Centre, 2018).
3. Peterman, A. *et al. Pandemics and Violence Against Women and Children: Working Paper 528* (Center for Global Development, 2020).
4. Bayefsky, M. J., Bartz, D. & Watson, K. L. *N. Engl. J. Med.* **382**, e47 (2020).
5. Kabia, A. B. 'Women in Sierra Leone's Labour Market.' *China Daily* (9 February 2016); available at https://go.nature.com/3fswaiz
6. Davies, S. E., Harman, S., Manjoo, R., Tanyag, M. & Wenham, C. *Lancet* **393**, 601–603 (2019).
7. Roesch, E., Amin, A., Gupta, J. & García-Moreno, C. *Br. Med. J.* **369**, m1712 (2020).
8. UK Office for National Statistics. *Domestic Abuse Victim Characteristics, England and Wales: Year Ending March 2019* (ONS, 2019).
9. World Health Organization. *Understanding and Addressing Violence against Women: Femicide* (WHO, 2020)
10. Klugman, J. *Gender Based Violence and the Law* (World Bank, 2017).
11. Fraser, E. *Impact of COVID-19 Pandemic on Violence against Women and Girls.* VAWG Helpdesk Research Report No. 284 (UK Department for International Development, 2020).
12. United Nations Population Fund. *Recovering from the Ebola Virus Disease: Rapid Assessment of Pregnant Adolescent Girls in Sierra Leone* (UNFPA, 2018).
13. Sedgh, G. *et al. Lancet* **388**, 258–267 (2016).
14. Wenham, C. *et al. Glob. Health* **15**, 49 (2019).
15. Marteleto, L. J., Guedes, G., Coutinho, R. Z. & Weitzman, A. *Demography* https://doi.org/10.1007/s13524-020-00871-x (2020).
16. Gentilini, U. *Social Protection and Jobs Responses to COVID-19: A Real-Time Review of Country Measures* (World Bank, 2020).
17. Bonnet, F., Vanek, J. & Chen, M. A. *Women and Men in the Informal Economy: A Statistical Brief* (WIEGO/ILO, 2019).
18. Man, J. 'In Hong Kong, a setback for domestic-worker rights.' *Time* (29 March 2012).
19. Abuya, T. *et al.* 'COVID-19-related knowledge, attitudes, and practices in urban slums in Nairobi, Kenya.' Version 13.0 Harvard Dataverse https://doi.org/10.7910/DVN/VO7SUO (2020).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كتب وفنون



GL ARCHIVE/ALAMY

أُلقي القبض على كلاوس فوكس بتهمة التجسّس في عام 1950.

لماذا سَلَك الجاسوس الذرّي طريق الخيانة؟

ما بين الفاشية التي أعقبت الانهيار الاقتصادي، والمعاملة المروِّعة للاجئين، تكشف هذه السيرة عن الأسباب التي دفعت بعالِم الفيزياء النووية كلاوس فوكس إلى طريق الخيانة.

شارون واينبرجر

اشتُهر كلاوس فوكس بخيانته أكثر مما اشتُهر بعلمه؛ وهو عالِم الفيزياء النظرية الألماني الفذ، الذي كشف للسوفييت أسرارًا مكّنتهم من تسريع وتيرة العمل على صُنع سلاحهم النووي إبّان الحرب الباردة. ولكن قبل ذلك، كان فوكس عالِمًا محلّ ثقة، وله إسهامات قيّمة في "مشروع مانهاتن"، الذي تمخّض عن تصنيع القنبلتين النوويتين اللتين أُلقيتا على هيروشيما وناجازاكي في مثل هذا الشهر قبل 75 عامًا، وراح ضحيتهما أكثر من 100 ألف شخص.

تشكِّل حياة الجواسيس مادة ثريّة لكُتب السِّيَر الجذّابة. وعندما تُروى قصص الجاسوسية ببراعة، فإنها تجمع بين الدراما البوليسية (كيف فعلوا ما فعلوه؟)، وغموض روايات التشويق النفسي (ما الذي دفعهم إلى ذلك؟). في كتابها المُتقَن، المعنوَن بـ"الجاسوس الذرّي" *Atomic Spy*، تبحث نانسي ثورندايك جرينسبان عن إجابة لهذين السؤالين. وتتساءل بدورها: "كيف ننظر إلى شخصٍ اعتبره الكثيرون بطلًا لمواقفه المناهِضة للنازية، في حين اعتبره الآخرون خائنًا؟". استعانت جرينسبان بمجموعة هائلة من السجلات الأرشيفية في رسم صورة متعاطفة، وبالغة الدقة، للعالِم الجاسوس الذي كانت تُحَرِّكه النوايا الطيبة؛ فيما يُعَد إضافة مميزة لقائمة السِّيَر التي كُتبت عن فوكس.

وُلد فوكس في عام 1911، لأب يُدعى إيميل، كان قسًّا لوثريًّا، وعضوًا في الحزب الديمقراطي الاجتماعي الألماني، غرس في أبنائه الإيمان بوجوب السعي وراء الحق والعدل، مهما تكُن العواقب. في عصرٍ غير العصر، كانت هذه التنشئة الأخلاقية الصارمة خليقةً بأنْ تجعل من كلاوس شخصًا موقّرًا؛ ولكنْ في خِضَم الفوضى التي عمَّت ربوع ألمانيا في أعقاب الانهيار الاقتصادي في عام 1929، وما نتج عنه من تنامي الحركة الفاشيّة، ولّى فوكس وجهه شطر الشيوعية، ووعودها "المثالية الخيالية" بتحقيق المساواة الاجتماعية.

ومع وصول النازيين إلى سُدّة الحكم، كان موقف أسرة فوكس المناهِض للفاشية كفيلًا بتمزيق أوصالها؛ إذ انتحرت والدة كلاوس، إلزه، في عام 1931، ثم تَبِعَتْها إحدى شقيقاته بعدها ببضع سنوات، أما الأب، فزُجَّ به في السجن لفترة وجيزة، ولاذ الناجون الثلاثة من أبنائه بالفرار من ألمانيا.

في عام 1933، حين كان كلاوس يواجه خطر الاعتقال، بسبب نشاطه السياسي في الجامعة، وجد أمانًا مؤقتًا في المملكة المتحدة. وواصل كلاوس -الذي لم يتعدَّ آنذاك 21 عامًا من عمره، وكان يُعَدّ فيزيائيًّا واعدًا- دراسته في جامعة بريستول، ونشر بحثًا مهمًّا عن القدرة التوصيلية للرقائق المعدنية. وفي عام 1937، انتقل إلى جامعة إدنبره، ليعمل مع لاجئ آخر، هو ماكس بورن، رائد ميكانيكا الكَمّ، الذي نال جائزة نوبل في وقتٍ لاحق (والذي كتبَتْ عنه جرينسبان في عام 2005 سيرةً بعنوان "نهاية عالَم محدَّد" *The End of A Certain World*).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


شارك فوكس في تصميم القنبلة النووية التي أُلقيت على ناجازاكي في عام 1945.

تجربة مروِّعة

عندما دخلَتْ بريطانيا الحرب العالمية الثانية، أعلنَتْ ألمانيا دولةً مُعادية؛ وهو الإعلان الذي استُثني منه ماكس بورن، إذ كان آنذاك حاملًا للجنسية البريطانية. وفي مايو من عام 1940، أُرسل فوكس إلى معسكر اعتقال كان مكتظًّا عن آخره بالألمان الشيوعيين واليهود، فضلًا عن أسرى الحرب النازيين. تنقَّل فوكس بين عدد من المنشآت، إلى أن انتهى به المطاف في مدينة كيبيك بكندا. ومن أكثر أجزاء الكتاب بشاعةً، ذلك الجزء الذي تتناول فيه المؤلفة المعاملَة المُهينة واللاإنسانية التي انتهجتها الحكومة البريطانية تجاه المعتقلين، فعلى سبيل المثال، تُقدّم وصفًا مفصَّلًا لرحلة بحرية مروِّعة، أُجبر المُعتقَلون خلالها على تنظيف الفضلات بأيديهم.

ولا عجب في أن هذه التجربة قد دَفَعَتْ فوكس إلى تبنِّي أفكار متطرِّفة. ومن المعلوم أنه التقى في معسكرات الاحتجاز بشيوعي بارز، ربما كانت له يدٌ في تجنيد فوكس للتجسس لحساب الاتحاد السوفيتي.

أُطلق سراح فوكس في أواخر عام 1940، فعاد

> "كان يعتقد اعتقادًا صادقًا أن مساعدة الاتحاد السوفييتي في اقتناء قنبلة نووية سيجعل العالَم أكثر أمنًا."

إلى المملكة المتحدة، حيث عمل في جامعة برمنجهام مع فيزيائي من أصلٍ ألماني، هو رودولف بيرلز. كان بيرلز مشاركًا في مشروع سِرّي لصُنع قنبلة ذرية. ومن هنا، أخذ فوكس ينقل معلوماتٍ فنية عن المشروع إلى السوفييت، ويُسرِّب إليهم وثائق ذات صلة بالمشروع في لقاءات سرية.

وفي عام 1943، أُرسل فوكس للعمل في البرنامج الأمريكي لتطوير القنبلة الذرية، المعروف باسم "مشروع مانهاتن". وتحت ضغط الحاجة الماسَّة إلى المواهب العلمية، لم تدقِّق السلطات في ماضيه. كان فوكس يلتقي خلسةً في نيويورك -ثم في لوس ألاموس بولاية نيومكسيكو- بعميل سوفييتي سَلَّمه معلومات مفصَّلة، من بينها تصميم قنبلة بلوتونيوم عُرفت باسم "الأداة" Gadget، وهي تشبه القنبلة التي ألقيت على ناجازاكي في شهر أغسطس عام 1945.

سقوط القناع بعد الحرب

بعدما وضعت الحرب العالمية الثانية أوزارها في عام 1945، عاد فوكس إلى العمل في معهد الأبحاث النووية البريطاني في هارويل، حيث ترأَّس قسم الفيزياء النظرية، وانخرط في العمل على تقنية الانتشار الغازي، بغرض تخصيب اليورانيوم، وهي التقنية التي سبق أنْ دَرَسَها خلال عمله في "مشروع مانهاتن". استمر نشاطه التجسُّسي حتى عام 1949، وهو العام الذي فجَّر فيه الاتحاد السوفييتي أُولى قنابله النووية. كانت أجهزة المخابرات آنذاك تقترب من الحقيقة، وتم اعتراض بعض الرسائل التي نَبَّهت كلًّا من الولايات المتحدة، والمملكة المتحدة إلى وجود جاسوس ذَرِّي بين صفوفهم.

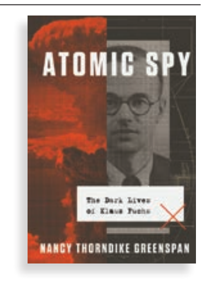
وسرعان ما تَصَدَّر اسم فوكس قائمة المشتبه فيهم. وفي عام 1950، اعترف فوكس بضلوعه في نشاط تجسُّسي، بعد أن غلبه الشعور بالذنب، بسبب خيانته لأصدقائه، وبعدما تلقَّى من أحد مسؤولي جهاز المخابرات وعدًا زائفًا بأنّ اعترافه سيمكّنه من البقاء في هارويل. حُكم على فوكس بالسَّجن 14 عامًا، وجُرِّد من الجنسية البريطانية. (وعندما أُطلق سراحه، بعد مُضي تسع سنوات، سافر إلى والده في ألمانيا الشرقية).

إذَن، كيف ننظر إلى فوكس؟ لطالما بدا واضحًا أنه كان مدفوعًا بأيديولوجيته، لا بالجشع. كان يعتقد اعتقادًا صادقًا أن مساعدة الاتحاد السوفييتي في اقتناء قنبلة نووية سيجعل العالَم أكثر أمنًا. صحيحٌ أنه من الصعب -وخاصة في أيامنا هذه- استيعاب فكرة أنّ انتشار الأسلحة النووية سبيل إلى الوقاية من أضرارها؛ لكنْ حتى أولئك الذين قد يختلفون مع الصورة الإيجابية التي رسمتها المؤلفة لفوكس سيجدون الكثير من الأمور الجديرة بالتقدير في سرديّةٍ تتناول مشهدًا سياسيًّا عاصفًا من ذلك العصر الذي ينبغي لنا أن نستقي الدروس والعبر منه لعصرنا الحاضر.

عندما نتحدث عن إرث فوكس الأخلاقي، من المنطقي أن نتطرَّق إلى أن فيرنر فون براون، عالِم الصواريخ الألماني، الذي ساعد الولايات المتحدة في سباق الفضاء، والذي يراه الكثيرون بطلًا، رغم عمله لحساب النازيين في وقتٍ سابق. أما فوكس، الذي خاطر بحياته من أجل مناهَضة النازيين، فخيانته -التي حدثت في مرحلةٍ لاحقة في حياته- هي أوّل ما يتبادر إلى الذهن لدى سماع اسمه. فهل ينبغي أن نخدم مَن نعمل لصالحهم بإخلاص، مثلما فَعَل فون براون، بغَضّ النظر عن مدى صلاحهم؟

لا يجد المرء بُدًّا من التساؤل عما كان يمكن أن يحدث، لو لم تزج الحكومة البريطانية بفوكس في معسكر الاعتقال. وعندما زار قائد قوات الأمن في هارويل منزل فوكس بعد إدانته، وجد تحت فراشه الزيَّ الذي كان يُجبَر العلماء على ارتدائه في المعسكر، قبل عشر سنوات من ذلك التاريخ.

أما الحُجّة الأكثر إقناعًا في الدفاع عن فوكس، فتأتي من أبيه، إذ قال: "كان في إمكان أُسْرتنا أن تسلك الطريق الذي سلَكَته غالبية الطبقة البُرجوازية في بلادنا؛ فنهتف لهتلر، ونجنِّب أنفسنا كلّ ما حدث. ربما لو فعلنا ذلك، لمات أبنائي -مثل الكثيرين- دفاعًا عن هتلر، لا عن معتقداتهم".

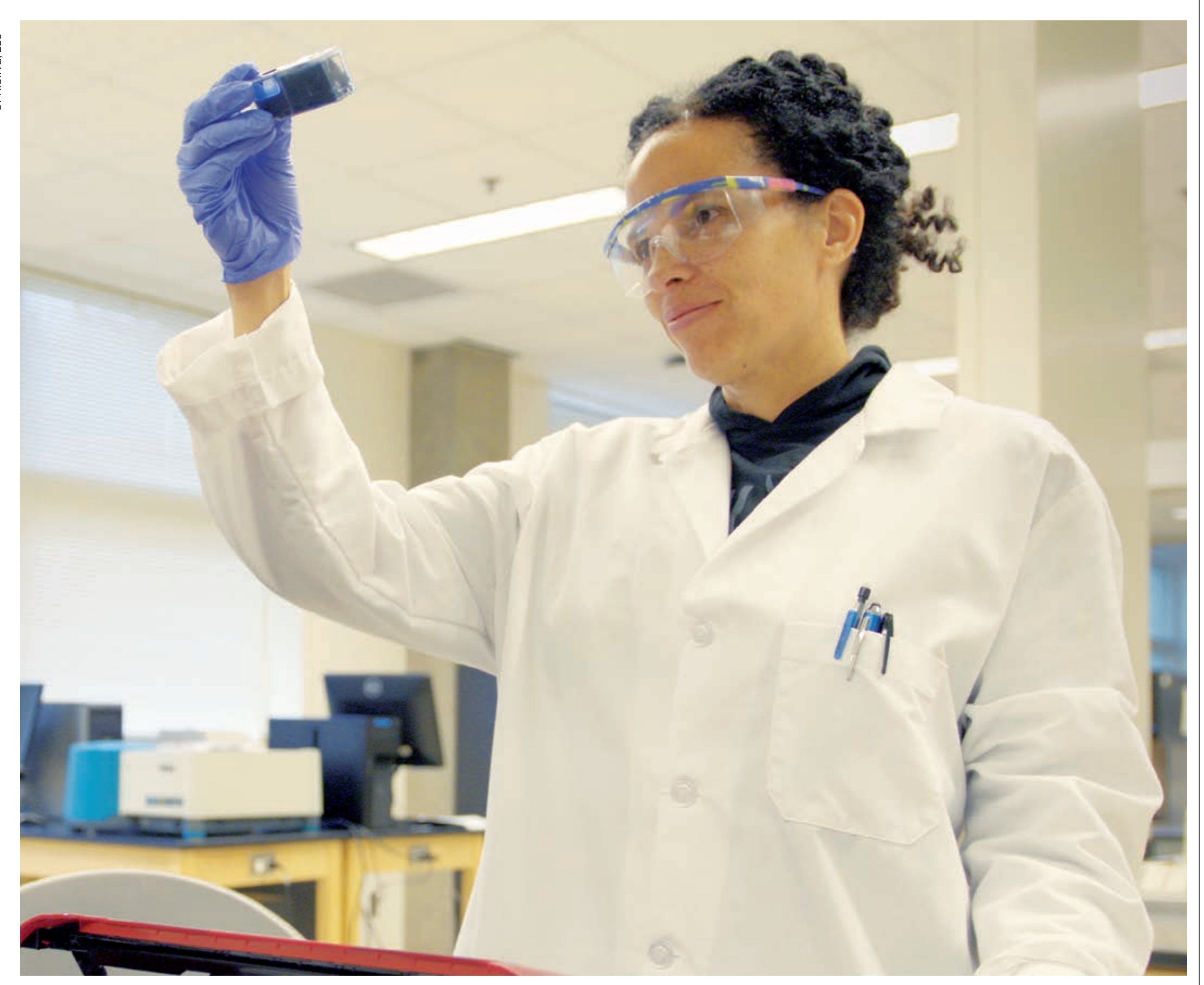


الجاسوس الذرّي: الجوانب الغامضة في حياة كلاوس فوكس
نانسي ثورنديك جرينسبان
دار نشر "فايكنج"، (2020)

شارون واينبرجر مؤلفة كتاب "مبتكرو الحروب: المسكوت عنه في قصة وكالة داربا، إدارة وزارة الخارجية الأمريكية، التي غيَّرت العالم".

البريد الإلكتروني: sharonweinberger@gmail.com

UPRISING, LLC



اختصاصية علم الكيمياء ريتشيل بِركس تشارك تجربتها بشأن التحيز القائم على النوع الجنسي والتمييز العنصري في فيلم "لقطات من حياة ثلاث باحثات".

ثلاث عالمات بارزات دارت عليهن رحى العِلم

تستعرض ألكسندرا ويتزي ممارسات العنصرية الممنهجة، والتحرش الجنسي، والتحيز المؤسسي، التي يضمّها فيلم وثائقي عن ثلاث باحثات صمدن ونجحن في مواجهة الصعوبات. **ألكسندرا ويتزي**

إذا طلبتَ من الناس تخيُّل منظر عالِم، فماذا سيدور بمخيلة الكثير منهم؟ من المؤسف أنه سيكون صورة لرجل أبيض يرتدي معطف مختبر أبيض.

ويوضح فيلم "لقطات من حياة ثلاث باحثات" *Picture a Scientist* الأسباب التي تكمن وراء هذه الصورة النمطية، إذ يسرد -من خلال قصص ثلاث باحثات متميزات- التحيزات العنصرية القائمة على أساس النوع الجنسي، التي تدفع الكثير من الأشخاص إلى مغادرة مجال العلوم. ويتضمن الفيلم جميع العوامل المعتادة المُشتبَه بها في هذا السياق، وهي العنصرية الممنهجة، والتحيز المؤسسي، والتحرش الجنسي. وهذه العوامل مجتمعة تُخبر كثيرًا من الباحثين الطموحين كَذِبًا أنهم لا ينتمون إلى هذا المجال.

ويمزج صانعو الفيلم في هذا الإطار بين المقابلات الشخصية، والإحصائيات الصادمة، ويوضح الفيلم أن النساء تشكلن نسبة قوامها 50% من الحاصلين على درجات البكالوريوس في المجالات العلمية والتقنية في الولايات المتحدة. ومع ذلك، لا تمثلن إلا نسبة قدرها 29% من إجمالي العاملين في تلك المجالات، فخطوط الإمداد التي تفرز المهتمين بالعلوم تكون مكتظة بهم في البداية، لكنها بمرور الوقت تعاني شحًّا نتيجة لممارسات التمييز والتحرش، على حد قول بولا جونسون، رئيسة كلية ويليسلي في ولاية ماساتشوستس.

ولا شك أن أشكال التحيز المستتر واسعة الانتشار، وعلى سبيل المثال، يُفضَّل الرجال على النساء، حتى وإنْ كان لدى كل منهما السجل نفسه من الإنجازات. وقد برهن علماء النفس على ذلك التمييز عن طريق تحري ردود أفعال علماء تجاه

لقطات من حياة ثلاث باحثات

فيلم لشارون شاتوك، وإيان تشيني، من إنتاج شركة "أبرايزينج" Uprising، عُرض على شبكة الإنترنت حتى السادس والعشرين من يونيو 2020 على الرابط: https://www.pictureascientist.com.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مجموعة من السِّيَر الذاتية الزائفة، التي تتطابق في كل شيء، عدا أن بعضها أرسلها رجال، وبعضها الآخر ورد من نساء، أو تتضمن -أو تغفل- ذِكر حالة مُقدِّم الطلب فيما يخص انتماءه إلى مجموعة عرقية من الأقليات من عدمه، بل إن علماء الاجتماع أنفسهم، الذين يعون تحيزاتهم، لا يستطيعون التغلب عليها، كما يُقِرّون في الفيلم.

إن تشبيه التحرش الجنسي بجبل الجليد لفي محله، فهو يحمل في طياته فكرة أن ما يصل إلى الوعي والإدراك العام ليس إلا نزر يسير من أشكال التحرش، أو -بعبارة أخرى- ممارسات واضحة، مثل الاعتداء الجنسي، والإكراه على ممارسة الجنس. أما البقية الباقية من جبل الجليد، فتكون مطمورة في الأعماق، وخافية على الأعين. وتدخل في ذلك الجزء المستتر من جبال التحرش اعتداءات أكثر خسة وخبثًا، ابتداءً بالسباب المروع، وانتهاءً بتخريب معدات المختبر الخاصة بضحية التحرش. وعلى سبيل المثال، من بين جملة كبيرة من العبارات التي لا تُنسى في سياق الفيلم، ما ورد على لسان طالبة دراسات عليا وهي تتحدث عن المشرف على أطروحتها قائلة: "أتذكر المرة الأولى التي وصفني فيها بأنني ...". وثمَّة جبل جليد من نوع آخر للاعتداءات العنصرية الخفية التي تختبئ وراء التعديات السافرة (انظر، على سبيل المثال، go.nature.com/3hfuco8).

خاضت ريتشيل بِركس غمار معركة أشد وطأة من معظم قريناتها، وهي تعمل حاليًّا عالمة كيمياء تحليلية بالجامعة الأمريكية في العاصمة واشنطن، وتتخصص في تطوير تقنيات للكشف عن المتفجرات. وتصوِّرها كاميرا الفيلم في أثناء عملها في أحد المختبرات، وهي ترتدي قميصًا، وسروالًا من الجينز، وتشرح الكيمياء للطلاب وقد غمرها الحماس. تجدر الإشارة إلى أن بِركس من النساء سوداوات البشرة اللاتي اقتحمن الوسط الأكاديمي. ولكونها كذلك، التبس الأمر على شخص ذات مرة أثناء عملها في مكتبها، واعتقد أنها عاملة نظافة. ولأنها تصادِف عددًا أقل من العلماء السود كلما ترقَّت في عملها؛ تعمل على الدوام في مجال توصيل العلوم، والتواصل العلمي، كي يتمكن الأطفال من رؤية عالمة من ذوات البشرة المُلوَّنة في هذا المجال، الذي يشير فيه كثيرون إليها باسم دكتور روبيديوم.

يتتبع صانعو الفيلم بِركس في أثناء حضورها اجتماعًا لعلماء الكيمياء في كندا، حيث تحدث عن تمثيل الأطياف البشرية المختلفة في قاعة يغلب عليها أصحاب البشرة البيضاء. تُخبر بِركس الحاضرين أننا جميعًا نتقمص أدوارًا مختلفة بدرجة ما، بمعنى أننا نتنقل ما بين شخصياتنا الفردية، وشخصياتنا المهنية، لكي نتفاعل مع العلماء الآخرين، لكنْ -على حد قولها- لم يتساءل أحد قط عن السبب في أن نسخة معينة من المظهر المهني -على سبيل المثال، البَذْلة الرسمية، والشعر الناعم- تُعد أكثر ملاءمة من المظهر الذي تبدو عليه بِركس.

لا يتطرق فيلم "لقطات من حياة ثلاث باحثات" إلى ما هو أبعد من ذلك في تناوله للتحديات الناجمة عن تداخل أشكال التمييز التي يواجهها كثير من الباحثات. أما بطلتا الفيلم الأخريان، فهما من النساء البيض، ولهما أيضا نصيب من القصص المثيرة للاهتمام.

صُدمت عالمة الأحياء نانسي هوبكنز عندما وضع فرانسيس كريك يديه على صدرها أثناء عملها في مختبر معه. وعندما أصبحت فيما بعد أستاذة في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) في كامبريدج، أدركت أن هذا النوع من المشكلات ضارب بجذوره، وأنه أقل وضوحًا. وعندما لم تتمكن من الحصول على مختبر ذي مساحة كافية لإجراء بحثها الذي يتناول تطور سمك الزرد، استخدمت شريط قياس، لإثبات أن أعضاء هيئة التدريس من الذكور تُتاح لهم مساحة أكبر بكثير من تلك التي تُمنَحها نظيراتهم. ونتابع في الفيلم الوثائقي هوبكنز وهي تسير اليوم في أروقة المعهد نفسها، لتدرس أبعاده، وترصد أوجه عدم المساواة فيه.

استقطبت هوبكنز بعض زميلاتها لجمع المزيد من البيانات في هذا السياق، وتُوِّج هذا الجهد بدراسة رائدة نُشرت في عام 1999 عن التحيز القائم على النوع الجنسي، الذي يُمارَس في كلية العلوم التابعة لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (انظر: go.nature.com/2ngyiyd). وقد ترددت أصداء تلك الدراسة في جميع جنبات نظام التعليم العالي في الولايات المتحدة، وأجبرت العديد من المسؤولين الإداريين على مواجهة التمييز الراسخ فيها، لكن هوبكنز -كما تروي- كانت تُحبِّذ قضاء ذلك الوقت في إجراء الأبحاث العلمية.

أما القصة الثالثة، فبطلتها جين ويلينبرينج، وهي اختصاصية في علوم الأرض، قدَّمت في عام 2016 شكوى رسمية تتهم فيها المشرف على أطروحة الدكتوراة الخاصة بها، ديفيد مارشانت، باعتياده الإساءة إليها أثناء العمل الميداني في القارة القطبية الجنوبية قبل سنوات. أُقيل مارشانت، الذي أنكر تلك التهم، من منصبه في جامعة بوسطن في إبريل من عام 2019، بعد خضوعه للتحقيق. وتجمع مَشاهد من فيلم "لقطات من حياة ثلاث باحثات" ويلينبرينج بآدم لويس، الذي كان أيضًا طالب دراسات عليا خلال موسم العمل الميداني ذاك في القارة القطبية الجنوبية، وكان شاهدًا على العديد من تلك الإساءات. والمحادثات التي جرت بين الاثنين تُذَكِّرنا -على نحو صارخ- بمدى السرعة التي يمكن أن تسقط بها -إلى حد صادم- الحواجز التي يتحتم أن تحكم علاقات العمل، وبخاصة في بيئات العمل النائية، إذ يخبر لويس ويلينبرينج في أثناء الحوار أنه لم يدرك آنذاك أنها كانت تشعر بالاستياء، لأنها لم تُبدِ ذلك. وتُعقِّب ويلينبرينج على ذلك قائلة: "إن تلال الإساءات -حتى وإن كانت إساءات بسيطة- تظل تلالًا!".

وفي تناقض صارخ، يعرض لنا الفيلم لقطة لويلينبرينج، التي تعمل حاليًّا بمعهد سكريبس لعلوم المحيطات في سان دييجو بولاية كاليفورنيا، بصحبة اثنين من طلابها وهم عاكفون على العمل على طول المنحدرات الساحلية، حيث يتعاون الفريق لجمع عينات من الصخور باستخدام مثقاب، بهدف استخلاص أدلة بشأن الكيفية التي قد تُثْبِت بها كاليفورنيا قدرتها على الصمود في وجه تغيُّر المناخ، ويجري ذلك كله بأناة وحرص. وقد أدهشني هذا المشهد، ورأيته في موضعه تمامًا؛ بالنظر إلى مدى صمود ويلينبرينج، وقوة الباحثات اللاتي يتناول الفيلم بعض تفاصيل حياتهن المهنية.

ألكسندرا ويتزي مراسلة لدورية *Nature*، تقيم في مدينة بولدر بولاية كولورادو.



UPRISING, LLC

أطلقت عالمةُ الأحياء نانسي هوبكنز حملة من أجل المساواة في المعاملة بين الباحثات ونظرائهن الذكور في أثناء العمل.

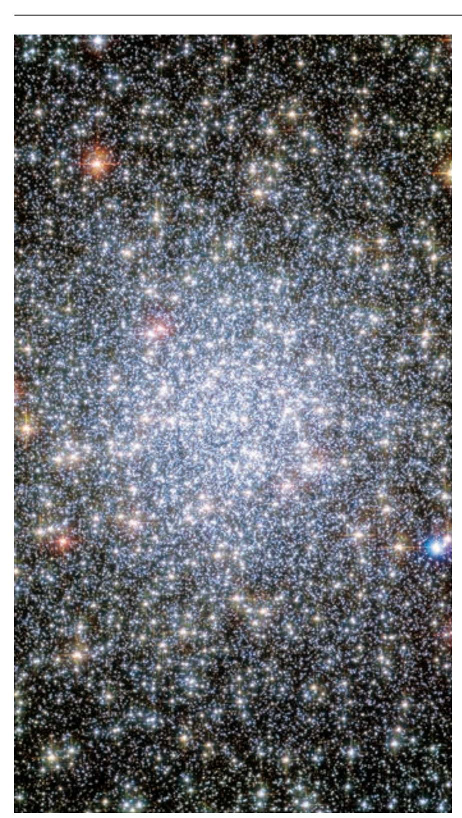
انسحاق، أم تمزُّق، أم تجمُّد، أم اضمحلال... كيف سوف تكون نهاية الكون؟

كتابٌ جديد لعالمة الفيزياء الفلكية كيتي ماك، تستعرض فيه السيناريوهات الأربعة لفَنَاء الكون. **رامين سكيبّا**

يَعرِف العلماءُ كيف سوف ينتهي العالَم.. حيث سوف ينفد مخزون الشمس من الوقود، لتدخل في مرحلة ما يُسمَّى بالنجم الأحمر العملاق، الذي سوف ينفجر انفجارًا أخيرًا هائلًا، يبتلع الكواكب الأقرب إليه، تاركًا الأرض صخرةً متفحِّمةً عاريةً من الحياة. ويعرفون أنَّ المتبقي من عُمْر كوكبنا يبلغ خمسة مليارات سنة على وجه التقريب.

بهذه الصورة القاتمة، تفتتح عالمة الفيزياء الفلكية النظرية، كيتي ماك، كتابها الذي يتناول مسألة نهاية الكون، وهي مسألة أكثر غموضًا والتباسًا من نهاية العالَم. إنَّ علماء الكون ينظرون عادةً إلى الوراء؛ إذ إنَّ جميع الأدلة التي يمكنهم رصْدها عن طريق التلسكوبات تقع على مسافاتٍ موغِلةٍ في البُعْد، وتتعلق بوقائع حدثَتْ منذ أزمانٍ سحيقة. أما الاعتماد على حركة النجوم والمجرّات في التنبؤ بالسيناريوهات المحتملة لمستقبل الكون، فإنه ينطوي على قَدْر لا بأس به من التخمين.

في الكتاب الذي بين أيدينا، يتحوَّل هذا التخمين إلى قصة شائقة؛ إذ ترى المؤلِّفة أنَّنا -نحن البشر- "نوازن بين الوعي بضآلتنا المتناهية، والقدرة على تجاوُز واقعنا المَعِيش، والخروج إلى الفضاء بحثًا عن حلول للألغاز الكونية الأساسية". والحقُّ أن المؤلفة تتمتَّع بمَلَكَةٍ خاصة في شرح الموضوعات الفيزيائية المعقدة، كما يكشف الكتاب عما لديها من شغفٍ بعلم الفلك، وحُب الاطلاع على موضوعاته، إلى حدٍّ جعل منها متحدثة ذائعة الصيت في هذا المجال، تحظى بشهرة واسعة على موقع التواصل الاجتماعي "تويتر". (كما يتضمَّن الكتاب بعضًا من النوادر والطرائف العلمية، وخاتمةً تتعرَّض فيها للأبحاث الفيزيائية الجديدة ذات الصلة بموضوع الكتاب، وإنْ كانت أقلَّ جاذبية.)

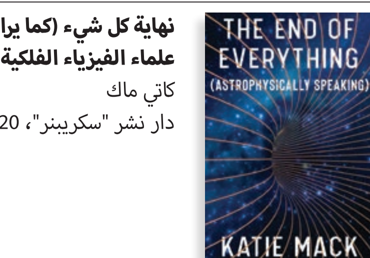


NASA/ESA

الكون آخِذٌ في التمدُّد، حتى الآن.

تأخذنا ماك في رحلة تبدأ من لحظة البداية: لحظة "الانفجار العظيم" Big Bang، وما تلاهُ من حدوث ما يُعرف بالتضخم الكوني، الذي يُشار به إلى فترة التمدد السريع التي أعقبَتْ الانفجار، ثم تكوَّنت بِنًى من المادة المظلمة، وتجمَّعت الوحدات البنائية للمجرَّات والنجوم والكواكب، ومن ثمَّ الحياة. وفي الوقت الحاضر، تعمل الطاقة المظلمة -التي يُعتقد أنها تتخلل الكون بأكمله- على إبطال مفعول قوى الجاذبية بعض الشيء، فتؤدي بذلك إلى الاستمرار في عملية التمدُّد الكوني.

ويتوقف مصير الكون على هذا التمدد، وما إذا كان سيستمر بالوتيرة الحاليَّة، أم أنه سوف يتسارع، أو يتباطأ. ولطالما اعتقد علماء الفيزياء الفلكية أنَّ نهاية الكون سوف تكون -على الأرجح- صورةً معكوسة للانفجار العظيم، فيما يُطْلِقون عليه "الانسحاق العظيم" Big Crunch. ومن المُلاحَظ أنَّ جميع المجرات التي تقع خارج منطقتنا الكونية تتحرَّك مبتعدةً عنَّا، وهي علامة واضحة على حدوث التمدُّد آنف الذِّكر. فإذا كان الكون يحتوي على قدر كافٍ من الطاقة، بما في ذلك الطاقة المظلمة، فسوف يؤدي التأثير الإجمالي لقوى الجاذبية الكونية -حسب هذا السيناريو- إلى إيقاف هذا التمدُّد بالتدريج، والتعجيل بالانهيار النهائي. فبمرور الوقت، سوف تتسارع وتيرة اصطدام المجرات ببعضها البعض، ومن ثمَّ تتصادم النجوم التي تشتمل عليها، مما يؤدي إلى القضاء على أية حياة توجد على الكواكب القريبة. وفي اللحظات الأخيرة، حين يتحوَّل الكون إلى جحيمٍ آخذٍ في الانكماش، ترتفع به درجات الحرارة والكثافة ارتفاعًا هائلًا، سوف يتلاشى كُلُّ ما تبقَّى، وينهارُ في نقطةٍ واحدة.



نهاية كل شيء (كما يراها علماء الفيزياء الفلكية)
كاتي ماك
دار نشر "سكريبنر"، 2020

غير أنَّ الطاقة المظلمة قد تأخذ الكون إلى مصير مختلف. لقد تمكَّن العلماء من تحديد السنوات الأولى من تطور الكون، اعتمادًا على مقدار ما كان يحتوي عليه من مادة. وعلى مدى مليارات السنين، أخذَتْ الطاقة المظلمة تسيطر على الكون، دافعةً إيَّاه إلى التمدُّد خارجًا. والبيانات الحالية، الصادرة من "تلسكوب بلانك" Planck Telescope -التابع لوكالة الفضاء الأوروبية- وغيره من المصادر تشهد على أنَّ هذا التمدد سوف يستمرُّ إلى الأبد.

يُطلَق على هذا السيناريو لنهاية الكون "الموت الحراري"، أو "التجمُّد الكبير" Big Freeze، الذي تقول ماك في وصفه إنه سوف يكون "بطيئًا ومفجعًا". وتمضي في الشرح، مستعينةً بمفاهيم الديناميكا الحرارية، قائلةً إن الكون سوف يقترب من حالةٍ يصل فيها إلى درجة الحرارة الدنيا، ودرجة القصور الحراري -أو "الإنتروبيا" entropy- القصوى. ومع استمرار الأجسام في التباعد عن بعضها البعض شيئًا فشيئًا، واتساع ما بينها من مسافات، سوف تتناثر مادة النجوم الميتة، بما لا يسمح بتكوُّن نجوم جديدة، وسوف تتوقف المجرات التي تنتمي إليها هذه النجوم عن النمو تدريجيًّا. فالأمر أشبه ما يكون بحدوث اختناق للنشاط الفيزيائي الفلكي بأكمله؛ إذ يصبح الوقود المستخدَم في النمو والتكاثر مُبعثرًا إلى حدٍّ تنتفي معه صلاحيته للاستخدام. إنها نهاية "تتسم بانعزالٍ متزايد، واضمحلالٍ محتوم، وغرقٍ بطيءٍ في ظلامٍ دامس".

أمَّا السيناريو الثالث من سيناريوهات موت الكون، التي تطرحها ماك في كتابها، فهو سيناريو "التمزق الكبير" Big Rip. سوف يقع هذا السيناريو، إذا ما أدَّت الطاقة المظلمة إلى حدوث التمدُّد الكوني بوتيرةٍ أسرع مما هو متوقَّع الآن. فعندما يبلغ الكون هذا الحدَّ من التضخُّم، لن تتمكن قوى الجاذبية في نهاية المطاف من الحفاظ على ترابط النجوم داخل المجرات. ومن ثم، فسوف تتفرَّق النجوم بعيدًا عن بعضها بعضًا، ولن تمتلك الأنظمة الشمسية -ومنها مجموعتنا الشمسية- القوة الكافية للإبقاء على النظام مترابطًا. وهكذا، فسوف تنفجر النجوم والكواكب المتبقية. وفي النهاية، سوف تنفصم الروابط فيما بين الذرات الأخيرة، وتنفصل مبتعدةً عن بعضها البعض.

تشير أحدث القياسات إلى أنَّ سيناريو "الموت الحراري" هو الأقرب إلى التحقُّق؛ وإنْ لم تستبعد هذه القياسات احتمالَي "الانسحاق العظيم"، و"التمزق الكبير" كذلك.

أما السيناريو الأخير من سيناريوهات الفناء الكوني، التي تَعرِض لها ماك في كتابها، فهو مستبعَدٌ تمامًا، ويُعرف بسيناريو "الاضمحلال الفراغي" Vacuum Decay. فمن الممكن أن تتكون فقاعة من "الفراغ الحقيقي"، بسبب عدم استقرارها في مجال "بوزون هيجز". وهذا ما قد يحدث عند تبخُّر ثقب أسود، مثلًا، على نحو خاطئ. وإذا ما تكوَّنت فقاعة كهذه، فسوف تتمدد بسرعةِ الضوء، مدمِّرةً كل ما يقع في طريقها، إلى أن تمحو الكون محوًا. ولربما تكوَّنت فقاعة "الاضمحلال الفراغي" في مكان بعيدٍ من الكون بالفعل؛ إذ لن يكون في مقدورنا رصْدها وهي قادمة في اتجاهنا.

ولكنْ لا داعي للقلق؛ فأيًّا ما كانت طريقة فناء الكون، تُخبرنا ماك أنَّ لحظة النهاية لن تحين -في أغلب الظن- قبل مرور مائتي مليار عام على الأقل.

رامين سكيبّا باحث في مجال الفيزياء الفلكية، تحوَّل إلى الكتابة العلمية. وهو مقيم في مدينة سان دييجو بولاية كاليفورنيا.
البريد الإلكتروني: raminskibba@gmail.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أنباء وآراء

علم الجينوم

مرحلةٌ جديدة من مشروع "موسوعة عناصر الحمض النووي"

تشنج تشاو هون، وبييرو كارنينتشي

أنتجت المرحلة الثالثة من "مشروع موسوعة عناصر الحمض النووي" ENCODE القائمة الأشمل حتى الآن للعناصر الوظيفية التي تنظم التعبير الجيني لدينا.

تعمل نسبةٌ تقل عن 2% من الجينوم البشري على ترميز البروتينات[1]. وأحد التحديات الكبيرة لعلوم الجينوم يتمثل في وضع خريطة للعناصر الوظيفية -المناطق التي تحدد مدى التعبير عن الجينات- الموجودة في النسبة المتبقية من حمضنا النووي، والتي تبلغ 98%. وتأسَّست لذلك الغرض مشروعاتٌ تعاونية كبيرة[2-4]، منها مشروع "موسوعة عناصر الحمض النووي" ENCODE، الذي انطلق في عام 2003 لوضع قائمة بهذه العناصر الوظيفية، وتحديد أدوارها في تنظيم التعبير الجيني. وفي تسع ورقاتٍ بحثية نُشرت[5-13] في دورية *Nature*، قدَّم الاتحاد القائم على الموسوعة نتائج المرحلة الثالثة من مشروعه القيِّم.

ويُذكر أنه في عام 2007، بحثت المرحلة التجريبية من المشروع عن عناصر وظيفية في 1% من الجينوم في القليل من الخطوطِ الخلوية البشرية[14]. ووضع الاتحاد القائم على المشروع قائمة بنوعين من هذه العناصر، فأولًا: حدَّد مناطق الحمض النووي التي تُحوَّل في عملية النسخ إلى حمضٍ نووي ريبي (سواء المناطق المُرمِّزة للبروتينات، أم غير المُرمِّزة لها). وثانيًا: حدَّد مناطق الحمض النووي التي تُنظِّم عملية نسخ الجينات، والتي تُعرَف باسم العناصر المُنظِّمة لنسخ الجينات المجاور (CREs). ويمكن تحديد هذه المناطق من خلال قدرة إنزيمات قص الحمض النووي، مثل إنزيم DNase I، على الوصول إليها، أو عن طريق البروتينات التي ترتبط بالحمض النووي، مثل عوامل النسخ، أو عن طريق تعديلاتٍ جزيئية معيَّنة فيها في بروتينات الهستون، التي يرتبط بها الحمض النووي في مُركَّبٍ مُعقَّد يُسمَّى الكروماتين.

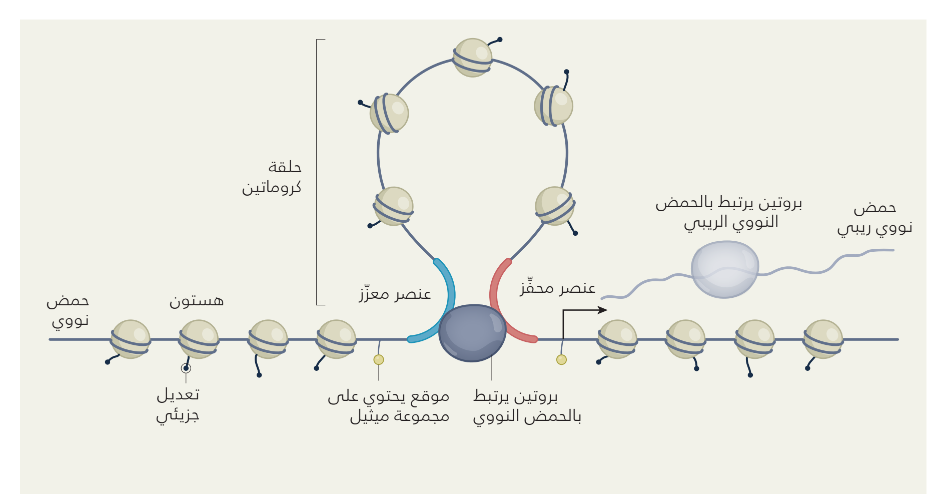
أما في عام 2012، فقد وسَّعت المرحلة الثانية من المشروع نطاق البحث عن هذه العناصر الوظيفية، ليشمل الجينوم بأكمله في مزيدٍ من الخطوط الخلوية البشرية[15]، واضعةً بهذا أساسًا راسخًا لموسوعة هذه العناصر. وبُذِلَت جهودٌ مماثلة لدراسة جينوم الفئران في عام 2014، وهو ما عمَّق فهْمنا لهذه العناصر من المنظور التطوري[16].

وفي المرحلة الثالثة الحالية من المشروع، اتجه الاتحاد إلى دراسة الخلايا المأخوذة مباشرةً من أنسجة الإنسان والفأر، بدلًا من دراسة الخطوط الخلوية، موفرًا بهذا موسوعةً ذات دلالةٍ أكبر من الناحية البيولوجية. كما استحدث المشروع مقاييسات لدراسة الجوانب الأوسع للعناصر الوظيفية؛ على سبيل المثال، لتوصيف العناصر المُضمَّنة في الأحماض النووية الريبية، أو لتحليل تشكُّل حلقات الكروماتين، التي تُقرِّب العناصر المنفصلة المُنظِّمة لنسخ الجينات المجاورِ من بعضها، لإتاحة تنظيم التعبير الجيني (الشكل 1).

وفي أهم الأوراق البحثية التي نشرها المشروع، يُقدِّم الاتحاد القائم عليه وباحثون آخرون[5] نظرةً شاملة على موسوعته المُحدَّثة، التي تحتوي على مجموعات بيانات مُضافة حديثًا تخص 6 آلاف تجربة، أُجرِيَت على حوالي 1300 عينة. ومن خلال دمْج مجموعات البيانات هذه في موسوعة المشروع، أنشأ الاتحاد سجلًا على الإنترنت للعناصر التي يُحتمل أن تكون من العناصر المُنظِّمة لنسخ الجينات المجاور. وقد صُنِّف معظمها إما كعناصر مُنظِّمة محفِّزة، توجد عند الموقع الجينومي الذي يبدأ فيه نسخ الجين، أو عناصر مُعزِّزة، تقع على مسافةٍ من ذلك الموقع. ورصد الاتحاد نشاط كل عنصر من هذه العناصر المُحتملة، إلى جانب البروتينات التي ترتبط به في عديدٍ من العينات المختلفة المأخوذة من أنسجةٍ متنوعة. واستخدَم المشروع بيانات تشكُّل حلقات الكروماتين لإيجاد العلاقة بين العناصر المُعزِّزة والجينات، التي ربما تعمل هذه العناصر على تنظيم التعبير الجيني فيها. ويمثل هذا السجل الإلكتروني إنجازًا حقيقيًّا، يُحوِّل كميةً هائلة من المعلومات الجينومية إلى موسوعةٍ لعناصر الحمض النووي، يمكن البحث فيها، وفرز بياناتها، واسترجاعها، ويُمكن الوصول إليها مجانًا على الرابط https://screen.encodeproject.org.

أمَّا الورقات الثماني التي نُشرت مع تلك الورقة، إلى جانب الورقة المنشورة في قسم وجهات النظر في عددٍ حديثٍ من دورية *Nature*[17]، والورقات الأخرى التي نُشرت في عديدٍ من دورياتها الشقيقة (انظر: go.nature.com/encode)، فتتعمق في الأسس البيولوجية التي يتناولها هذا المشروع. وقد استغلت هذه الدراسات حجم مجموعات بيانات المشروع وتنوعها، لكشف المبادئ المنظِّمة لكيفية عمل العناصر الوظيفية. وهذه الورقات مجتمعةً تثبت قيمة الإنتاج واسع النطاق للبيانات في علم البيولوجيا.

ولتحديد العناصر المُنظِّمة لنسخ الجينات المجاور، عمل الباحث فاوتر مولمان وزملاؤه[6] على تعيين 3.6 مليون منطقة يمكن الوصول إليها في الحمض النووي، في 438 نوعًا من أنواع الخلايا والأنسجة وحالاتها، وذلك عن طريق قياس مدى عرضة جينوماتها بأكملها للتأثُّر بإنزيم DNase I. كما أجرى الباحث جيف فييرسترا وزملاؤه[7] مزيدًا من الدراسات على أنماط قص ذاك الإنزيم للحمض النووي، لفهم كيفية ارتباط عوامل النسخ بالعناصر المُنظِّمة لنسخ الجينات المجاور. وخلصوا إلى أنَّ معظم تلك العناصر تَشغَلها عوامل نسخ متعددة مستقلة عن بعضها، في مواضع تفصل بينها مسافات مناسبة.



الشكل 1 | دراسة العناصر الوظيفية في الجينوم بأكمله. تضع تسعُ ورقاتٍ بحثية[5-13] نشرها مشروع "موسوعة عناصر الحمض النووي" (ENCODE) قائمةً لمجموعةٍ واسعة من جوانب ترتيب الجينوم وتنظيم التعبير الجيني فيه، إذ أنتج الاتحاد القائم على المشروع قائمة للعناصر المنظِّمة لنسخ الجينات المجاور، وهي تسلسلاتٌ من الحمض النووي تُسمى بالعناصر المحفِّزة والمُعزِّزة، تُنظِّم عملية نَسْخ الجينات (كما يشير السهم الأسود في الشكل) في المواقع الجينومية القريبة (في حالة العناصر المحفِّزة)، أو البعيدة (في حالة العناصر المُعزِّزة). وقد حلَّل الباحثون تسلسلات كل من الحمض النووي، والحمض النووي الريبي، والبروتينات التي ترتبط بهذين الحمضين، ومن ضمنها بروتينات الهستونات، التي يُكدَّس حولها الحمض النووي في صورة كروماتين. كما درس الباحثون أيضًا التعديلات الجزيئية على الحمض النووي والهستونات، التي تشمل مواقع مَثيلَة الحمض النووي. وقد تؤدي هذه التعديلات إلى تغيُّراتٍ في تنظيم التعبير الجيني، وفي تشكُّل حلقات الكروماتين، التي يمكن أن تقارب بين العناصر المُعزِّزة والجينات التي تُنظِّم التعبير فيها.

ولفهم المزيد عن كيفية تعاوُن عوامل النسخ مع بعضها في مواقع العناصر المُنظِّمة لنسخ الجينات المجاور، وضع الباحث كريستوفر بارتردج وزملاؤه[8] خريطةً لمواضع ارتباط 208 بروتينات (من ضمنها 171 عامل نسخ) في الجينوم الكامل لخطٍ خلوي كبدي بشري. ويمثل هذا ما يقرب من ربع البروتينات التي ترتبط بالكروماتين في هذا الخط الخلوي، وهو ما يُعَد مستوى من التغطية لم تصل إليه أي دراساتٍ سابقة. وتُسلِّط الخريطة الضوء على حوالي 5 آلاف منطقة من مناطق الجينوم ذات الأعداد الضخمة الاستثنائية من مناطق ارتباط عوامل النسخ، التي تُعرف باسم الأهداف عالية الإشغال (HOT)، ومعظم هذه المناطق من العناصر المحفِّزة أو المُعزِّزة، ويرتبط بها عددٌ كبير من تلك العوامل.

وهذه المناطق وصفتها أبحاثٌ سابقة[18]، لكن من خلال تحليل الأنماط التي تتجمع بها البروتينات معًا فيها، وتسلسلات الحمض النووي التي ترتبط بها هذه البروتينات. وقد وفَّر بارتردج وزملاؤه أول برهانٍ مُفصَّل لدعم أحد النماذج الفرضية لتشكُّل تلك المناطق[18]. ووفقًا لهذا النموذج، تستعين أولًا مجموعةٌ من تسلسلات الحمض النووي الإرسائية -التي يرسو فيها البروتين OR على التسلسل ANCH، فيما يعرف باسم تسلسلات Anchor- بعوامل نسخ محددة. وعوامل النسخ هذه (وهي بروتينات) تزيد من قابلية الاتصال بالكروماتين، ثم تعمل كَلُبٍّ تتجمع حوله بروتينات أخرى من تلك التي ترتبط بالحمض النووي، على نحو غير معتمد على تسلسل الحمض. ويمكن أن يحدث هذا من خلال التفاعلات بين البروتينات وبعضها، ومن خلال حلقات الكروماتين أيضًا، التي قد تربط العديد من العناصر المتباعدة المنظِّمة لنسخ الجينات المجاور معًا.

ولفهم المزيد عن كيفية عمل العناصر المتباعدة المنظمة لنسخ الجينات المجاور معًا، وضع الباحث فابيان جروبرت وزملاؤه[9] خريطةً لحلقات الكروماتين في 24 نوعًا من الخلايا البشرية. وأوضحوا أنَّ الاختلافات في تشكُّل حلقات الكروماتين بين أنواع الخلايا يمكن أن تؤثر على التعبير الجيني، عن طريق تغيير العناصر المعززة البعيدة التي تنظم التعبير في جينٍ ما، وتغيير أجزاء الجين التي يُحتفَظ بها بعد عملية النسخ (وهي عملية تسمَّى التضفير البديل). وأكثر ما اكتشفوه إثارةً للفضول كان أنَّ جينات صيانة الوظائف الخلوية (التي تضطلع بالصيانة اليومية للخلايا) تتفاعل -في كثيرٍ من الأحيان- مع عددٍ قليل من العناصر المُعزِّزة، في حين أنَّ العديد من تلك العناصر يتصل بالجينات المسببة للأمراض إذا طفرت نسخةٌ واحدة من نسختي هذه الجينات. وهذا يعني أنَّ الدارات الخلوية الأبسط تساعد عمليات التعبير الجيني التي تتسم بالاستقرار والاستمرارية، في حين تبرز الحاجة إلى الدارات الأكثر تعقيدًا لحماية التعبير في الجينات سريعة التأثر بالتغيُّرات في عدد نسخها.

وتستكشف ثلاث ورقاتٍ بحثية أخرى الأدوار التنظيمية للعناصر المُنظِّمة لنسخ الجينات المجاور من منظورٍ نمائي، عن طريق تحليل أنسجةٍ متعددة مأخوذة من أجنة الفئران في مراحل مختلفة من نموها، فدرس مثلًا الباحث يوبنج هِي وزملاؤه[10] أنماط تعديل مجموعات الميثيل للحمض النووي، في حين تناول الباحث ديفيد جوركين وزملاؤه[11] التعديلات في الهستونات، وكذلك قابلية الاتصال بالكروماتين على مستويات الأنسجة الكاملة. أما الباحث بنج هِي وزملاؤه[12]، فقد حللوا أنماط التعبير الجيني على مستوى الخلايا المفردة.

وتكشف أول دراستين من هذه الدراسات[10-11] مبدأً عامًّا لتنظيم التعبير الجيني خلال النمو. فبمرور الوقت، تُحذَف باستمرار علامات الميثيل التي تساعد في ثبات مستوى تثبيط التعبير الجيني، لتُتيح أنماطًا سريعة ومرنة لتنظيم التعبير الجيني، تتحكم فيها تعديلات الهستونات وقابلية الاتصال بالكروماتين. والمثير للفضول أنَّ كلتا المجموعتين البحثيتين أوضحتا أنَّ العناصر البشرية المكافئة لبعض العناصر المُعزِّزة لدى الفئران -تلك العناصر التي لا تنشط إلَّا في

"لقد أصبحت بالفعل هذه الموسوعة –التي لم تكتمل بعد– أداةً جوهرية لفهم عمليات تنظيم التعبير الجيني، والاستعداد الجيني للإصابة بالأمراض".

أنسجةٍ معينة– تتسم باحتوائها على عددٍ كبير من التغيرات الجينية المرتبطة بالأمراض ذات الصلة بالأنسجة المناظِرة لأنسجة الفئران هذه. وتلك الملاحظة تُبرِز قيمة دراسة العناصر المنظِّمة لنسخ الجينات المجاور لدى الحيوانات.

وفي الدراسة الثالثة[12]، استغل بينج هي وزملاؤه دقة بيانات التعبير الجيني التي خرجوا بها على مستوى الخلايا المفردة، وذلك من أجل إجراء تحليل حوسبي لنتائج الأنسجة الكاملة التي توصلت إليها أول دراستين. وبهذه الطريقة، أمكن للباحثين توقُّع أي العناصر المُعزِّزة ينشط في أنواعٍ معينة من الخلايا في نسيجٍ ما. وبهذا تُعَدّ هذه الدراسة مثالًا نموذجيًّا على الكيفية التي تُعزِّز بها التحليلات التكاملية قيمة البيانات التي تتوصل إليها دراساتٌ متعددة.

وأخيرًا، قدَّم الباحث فان نوستراند وزملاؤه[13] تحليلًا شاملًا لعناصر الحمض النووي الريبي الوظيفية، عن طريق الدمج بين تحليلاتٍ متعددة ببراعة، فحلَّل الباحثون تسلسلات الحمض النووي الريبي التي تلتصق بها البروتينات التي ترتبط بالحمض في المختبر، ثم استخدموا هذه البيانات لتفسير نتائج تحليلٍ آخر يُحدِّد تسلسلات الحمض التي ترتبط بها تلك البروتينات في الجسم الحي. ولدراسة تأثيرات هذه البروتينات على الجينات (من حيث مستوى التعبير وأنماط التضفير البديل)، دمج الباحثون معلوماتهم عن عملية الارتباط هذه مع مقايساتٍ لأنماط التعبير الجيني في خلايا ثُبِّطت فيها بروتيناتٌ معينة من تلك البروتينات. وكشف هذا عن أدوارٍ محتملة يسهم بها بعض عناصر الحمض النووي الريبي في استقرار الحمض، وأيضًا في عملية التضفير البديل.

وأحد الاكتشافات المثيرة للدهشة التي توصل إليها الباحثون كان أنَّ حوالي نصف البروتينات التي ترتبط بالحمض النووي الريبي لا تتفاعل معه فقط، وإنَّما مع الحمض النووي أيضًا. ومع ذلك، لم يعثر الباحثون إلَّا على أدلةٍ قليلة على أنَّ البروتينات ترتبط بكلا النوعين من الحمض في المواقع التي لها التسلسل نفسه منهما. وهذا يشير إلى أنَّ التفاعلات بين معظم البروتينات التي ترتبط بالحمض النووي الريبي، والحمض النووي لا تنتج عن أحماضٍ نووية ريبية ترتبط بالكروماتين في موقع تخليقها. وهناك حاجة إلى مزيدٍ من الدراسات، لتقييم ما إذا كانت هذه التفاعلات تحدث من خلال الارتباط المباشر، أم تنتج عن بروتيناتٍ أخرى ترتبط بالحمض النووي، أم عن أحماضٍ نووية ريبية ترتبط بالكروماتين خارج موقع إنتاجها.

وهذه القائمة لعناصر الحمض النووي الريبي تُوسِّع كثيرًا ما نعرفه عن المكونات المرمَّزة المنظمة للتعبير الجيني في الجينوم البشري. ومن المفترض بها أن تتيح للباحثين توقُّع التغيرات الجينية التي تُعدِّل عملية معالجة الحمض النووي الريبي. كما ستشكل هذه القائمة موردًا مفيدًا جدًّا للأبحاث التي تتناول كيفية تنظيم التفاعلات بين البروتينات، والحمض النووي الريبي.

تُعَد المرحلة الثالثة من مشروع "موسوعة عناصر الحمض النووي" إنجازًا مثيرًا للإعجاب ينم عن براعةٍ شديدة، لكنْ نظرًا إلى أنَّ العديد من العناصر المنظمة للتعبير الجيني تعمل فقط في أنواعٍ معينة من الخلايا، أو في أوقاتٍ محددة، فمن غير المُمكن تقييم مدى اكتمال الموسوعة بدقة. وسيكون مثيرًا للاهتمام أن نرى كيف يمكن للمشروع أن يستخدم تقنيات الخلايا المفردة، ليتمكن من تحديد العناصر التي تُنظِّم التعبير الجيني في أوقاتٍ وأماكن معينة، وبالتالي يكشف المزيد عن أسس تنظيم التعبير الجيني. كما سيكون مثيرًا أن نشهد تقاربًا بين مشروع "موسوعة عناصر الحمض النووي"، والمشروعات التعاونية الأخرى التي تتناول مسائل مشابهة، مثل مشروع "أطلس الخلايا البشرية"[19] Human Cell Atlas (الذي يهدف لرسم خريطةٍ للتعبير الجيني في جميع خلايا جسم الإنسان)، ومشروع "النيوكليوم رباعي الأبعاد" 4D Nucleome 20 (الذي يهدف إلى فهم التنظيم ثلاثي الأبعاد للكروموسوم في أوقاتٍ مختلفة، وأنواعٍ متعددة من الخلايا). ودمج البيانات ذات الصلة التي تتولد من هذه المشروعات في الموسوعة من شأنه أن يُوسِّع نطاق تغطيتها.

لقد أصبحت بالفعل هذه الموسوعة التي لم تكتمل بعد أداةً جوهرية لفهم عمليات تنظيم التعبير الجيني، وكذلك الاستعداد الجيني للإصابة بالأمراض. وسيكون مثيرًا أن نشهد في المرحلة الرابعة القادمة من المشروع تقييمًا منهجيًّا لما إذا كانت العناصر المنظِّمة لنسخ الجينات المجاور التي تتضمنها قائمة المشروع قد أدَّت بالفعل وظائفها المُستنبطة بناءً على التعديلات التي تطرأ على الهستونات وعلى البروتينات المرتبطة بهذه العناصر، أم لا. وهذا يمكن تحقيقه باستخدام تقنيات التحليلات الجينومية الوظيفية عالية الإنتاجية. ومن شأن التوسُّع المستمر لمشروع "موسوعة عناصر الحمض النووي" ليشمل سياقاتٍ بيولوجية أوسع (مثل عينات الأمراض وأنواع الخلايا النادرة) بدقةٍ على مستوى الخلايا المفردة أن يساعد الباحثين على استخدام المعلومات الجينومية لتشخيص الأمراض والوقاية منها.

تشنج تشاو هون، وبييرو كارنينتشي يعملان في مركز رايكن للعلوم الطبية التكاملية، في يوكوهاما، كاناجاوا 0045230-، اليابان.

البريد الإلكتروني: carninci@riken.jp

1. International Human Genome Sequencing Consortium. *Nature* **431**, 931–945 (2004).
2. Roadmap Epigenomics Consortium *et al*. *Nature* **518**, 317–330 (2015).
3. Stunnenberg, H. G., International Human Epigenome Consortium & Hirst, M. *Cell* **167**, 1145–1149 (2016).
4. The FANTOM Consortium and the RIKEN PMI and CLST (DGT). *Nature* **507**, 462–470 (2014).
5. The ENCODE Project Consortium *et al.* *Nature* **583**, 699–710 (2020).
6. Meuleman, W. *et al*. *Nature* https://doi.org/10.1038/s41586-020-2559-3 (2020).
7. Vierstra, J. *et al*. *Nature* **583**, 729–736 (2020).
8. Partridge, E. C. *et al*. *Nature* **583**, 720–728 (2020).
9. Grubert, F. *et al.* *Nature* **583**, 737–743 (2020).
10. He, Y. *et al*. *Nature* **583**, 752–759 (2020).
11. Gorkin, D. U. *et al*. *Nature* **583**, 744–751 (2020).
12. He, P. *et al*. *Nature* **583**, 760–767 (2020).
13. Van Nostrand, E. L. *et al.* *Nature* **583**, 711–719 (2020).
14. The ENCODE Project Consortium. *Nature* **447**, 799–816 (2007).
15. ENCODE Project Consortium. *Nature* **489**, 57–74 (2012).
16. Yue, F. *et al*. *Nature* **515**, 355–364 (2014).
17. The ENCODE Project Consortium *et al.* *Nature* **583**, 693–698 (2020).
18. Yip, K. Y. *et al*. *Genome Biol.* **13**, R48 (2012).
19. Regev, A. *et al*. *eLife* **6**, 27041 (2017).
20. Dekker, J. *et al*. *Nature* **549**, 219–226 (2017).

وصفةٌ تقلب الموازين لإنتاج الأنيلينات

فاليري إيه. شميدت

ينظر الكيميائيون إلى حلقات البنزين عمومًا باعتبارها وحدات بناء، تُعَد سلفًا لتكوين جزيئاتٍ أكبر حجمًا، لكنَّ باحثين عارضوا تلك الفكرة بما اكتشفوه في تفاعلاتٍ إنتاج مركّبات الأنيلين، التي تُعَدّ سلائف لكثيرٍ من المنتجات الكيميائية عالية القيمة.

تمكَّن علماء الكيمياء -بفضل عقودٍ من الأبحاث- من توفير أدواتٍ لصناعة مجموعة متنوعة من الجزيئات العضوية، من خلال تسلسلاتٍ قصيرة من التفاعلات عالية الإنتاجية، مستفيدين في ذلك من وحدات بناء كيميائية رخيصة ومتوفرة بكمياتٍ كبيرة. وعندما يُكشَف عن تفاعلٍ جديد يُغيِّر جذريًّا ماهية وحدات البناء التي يمكن استخدامها، فإنَّ هذا التفاعل يمكن أن يقلب الموازين. وفي بحثٍ نُشِرَ مؤخرًا في دورية *Nature*، أفاد الباحث شاشيكانت ديجيه وزملاؤه[1] باكتشافهم واحدًا من هذه التفاعلات التي ربما تُحدِث تحولًا جذريًّا في مجال الكيمياء، وهو تفاعلٌ يَستخدم الضوء، واثنين من الفلزات الانتقالية الحفَّازة، لإنتاج المركّبات المعروفة باسم الأنيلينات، وهي من المكونات الرئيسة التي تدخل في صناعة المستحضرات الدوائية، والكيماويات الزراعية، والصبغات، والمواد الإلكترونية، والبوليمرات[2,3].

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه عندما يصف علماء الكيمياء جزيئاتٍ عضوية معينة بكونها عطرية، فإنَّهم لا يشيرون بذلك إلى رائحتها، بل يصفون -في الواقع- احتواءها على عدد محدد من الإلكترونات المترابطة في منظوماتٍ دائرية، وهو ما يقلل من طاقة هذه الجزيئات، كتلك المحتوية على حلقات البنزين. ومركّبات الأنيلين تتألف من حلقات بنزين، ترتبط بكل منها ذَرَّة نيتروجين واحدة، وتشبه رائحتها -في كثير من الأحيان- رائحة السمك، غير أنَّ تلك الرائحة هي من أقل خصائصها أهميةً وإثارةً للاهتمام.

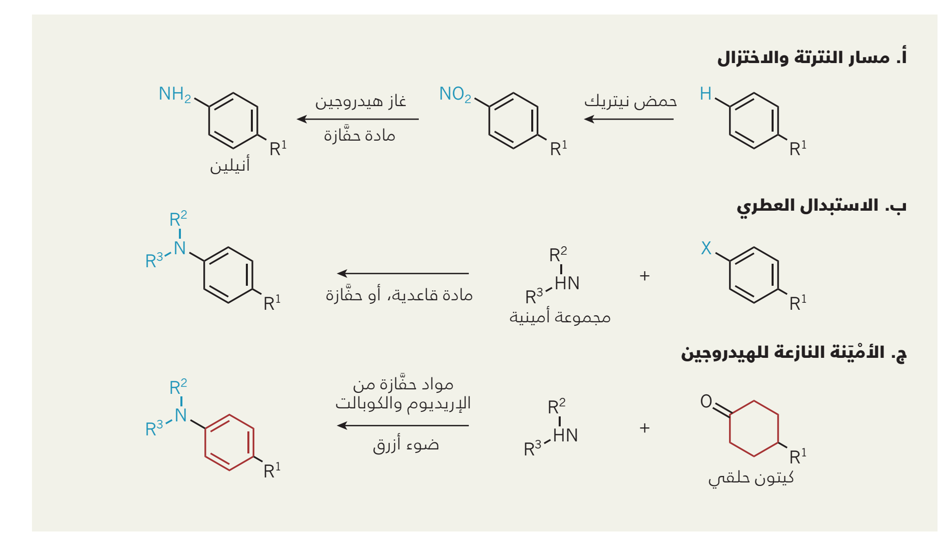
وقد كانت مجموعات الأنيلين أحد المكونات المستخدَمة في صناعة ثلاثةٍ من المستحضرات الدوائية العشرة الأعلى مبيعًا حول العالم في عام 2019، ألا وهي: "إليكويس" Eliquis (أبيكسابان apixaban)، و"ريفليميد" Revlimid (ليناليدوميد lenalidomide)، و"زاريلتو" Xarelto (ريفاروكسابان rivaroxaban)، التي تجاوز إجمالي قيمة مبيعات متاجر التجزئة منها 28 مليار دولار أمريكي (انظر: go.nature.com/2dirpwf، المرجع رقم 4). وإضافةً إلى ذلك، تُعَد مركّبات الأنيلين سلائف لواحدٍ من المونومريْن اللازميْن لإنتاج مواد البولي يوريثان، التي تُستخدم بدورها في إنتاج كل شيء، بدءًا من الأقمشة المطاطة، والفوم القابل للضغط، وانتهاءً بعجلات ألواح التزلج، والأفعوانيات[5]، وهي جميعها منتجات تجارية عالية القيمة. ولذلك، فإنَّ إيجاد طرقٍ متنوعة لإنتاج الأنيلينات من المواد الكيميائية المتوفرة أمر بالغ الأهمية.

تُشتَق مركّبات الأنيلين البسيطة عمومًا من مركّبات البنزين، والتولوين، والزيلين (التي يُشار إليها مجتمعةً بالاختصار BTX)، وهي بتروكيماويات متاحة بتكلفةٍ منخفضة، وكمياتٍ ضخمة. وتحتوي هذه الوحدات البنائية على حلقة بنزين، يمكن الاستعاضة فيها عن إحدى روابط الكربون والهيدروجين (C–H) برابطةٍ بين الكربون والنيتروجين (C-N)، دون الإخلال بالمنظومة العطرية، وهو ما يؤدي إلى إنتاج البِنْية العطرية للأنيلينات، التي تتسم بإضافة النيتروجين إليها. وتُسمَّى هذه الطريقة في إنتاج مركّبات الأنيلين مسار النترتة والاختزال[2] (شكل رقم 1أ).

ولكن هناك مسارٌ بديل، هو أن تحلّ روابط الكربون والنيتروجين محلّ روابط الكربون والهالوجين في مشتقات البنزين، والتولوين، والزيلين[6]، إما باستخدام مادةٍ قاعدية قوية، إذا كانت حلقة البنزين عالية النشاط، أو باستخدام محفزاتٍ فلزية مُعقَّدة. وهذه التفاعلات تُعرَف عمومًا باسم تفاعلات الاستبدال العطرية (شكل رقم 1ب). وكلٌّ من مسارات النترتة والاختزال، وتفاعلات الاستبدال العطرية ترتكز -في الأساس- على الفكرة المترسخة التي تقضي بأنَّ الجزيئات العطرية المعقدة لا تتكون إلَّا من وحدات بناء تحتوي بالفعل على حلقاتٍ عطرية. ولذلك، فإنَّ البِنى العطرية لا تُكوَّن عمومًا من الصفر خلال عمليات التصنيع العضوي، بل تُستخدم كمواد خام، "مضافٌ" إليها مجموعاتٌ كيميائية أخرى.

وتشبه هذه العملية الطريقة التي يفكر بها الخبازون في إعداد فطائر التفاح، حيث تُعَد هذه الفطائر باستخدام عجين الخَبز، لإعداد الطبقة الخارجية، ويُستخدم التفاح للحشو. والتفاح هو المكون الوحيد الذي يمكن استعماله في تلك الحالة، إذ من المستحيل إعداد حشوة التفاح من مكوناتٍ أخرى. ولحسن حظ الخبازين، فإنَّ التفاح رخيص نسبيًّا، ومتوفر بكمياتٍ كبيرة في معظم المناطق، غير أنَّه يُنظَر إلى الموارد اللازمة لزراعته وإنمائه وحصاد ثماره الناضجة وتوزيعها وكأنها من الأشياء التي تتوفر تلقائيًّا دون مجهود. وهذا يُضاهي استعمال مركّبات البنزين، والتولوين، والزيلين على مر التاريخ لصنع منتجاتٍ جزيئية أكثر تعقيدًا، باعتبار تلك المركّبات "مكونات" رخيصة ومتاحة بكمياتٍ كبيرة. فالعملية الجيولوجية التي تستغرق وقتًا طويلًا لإنتاج النفط الخام من المواد العضوية، بالإضافة إلى عملية توفير الموارد الكثيرة اللازمة لاستخراج النفط، واستخلاص مركّبات البنزين، والتولوين، والزيلين منه، ثم توزيعها من أجل استعمالها في عمليات التصنيع، يُسلم بسهولتهما.

ولكنْ ماذا لو لم تكن ثمار التفاح هي المكون الوحيد الذي يمكن استخدامه في إعداد الحشوة؟ ماذا لو أمكن بطريقةٍ ما أن نستعيض عنها ببذور التفاح -التي تحتوي على جميع المعلومات الجينية الأساسية اللازمة لإنتاج هذه الثمرة- ومعها القليل من التوابل الخاصة، وأن نُعِد مع ذلك فطيرة تفاح مثالية؟ في هذا التصور (الذي نُقِرُّ بكونه مُستبعَدًا)، سيتعين علينا أن نغير فكرتنا عن أن ثمار التفاح هي المكون الأساسي الوحيد لتلك الفطيرة. وما فعله ديجيه وزملاؤه -في



الشكل 1 | طرق لتصنيع الأنيلينات. أ) في مسار النترتة والاختزال المُكوَّن من خطوتين، تحل مجموعة أمينية أولية (NH_2) محل ذَرّة هيدروجين في حلقة البنزين، وذرات الهيدروجين الموجودة على ذرات الكربون الأخرى غير موضحة في الشكل. ب) في تفاعلات الاستبدال العطرية، يحل أحد المركّبات الأمينية محل ذَرّة هالوجين (X)، في وجود مادة قاعدية، أو حفَّازة. وفي كلٍّ من العمليتين (أ) و(ب)، تأتي حلقة البنزين الخاصة بالأنيلين من المادة الأولية، ولا تتغير إلا المجموعات المرتبطة بالحلقة (موضحة باللون الأزرق). جـ) يصف ديجيه وزملاؤه[1] تفاعلات الأمْيَنة النازعة للهيدروجين، التي تُكوَّن فيها حلقة البنزين الخاصة بالأنيلين من حلقة كيتون حلقي (الحلقات الموضحة باللون الأحمر)، وتتحول مجموعة كاربونيل (C=O) إلى مجموعة أمينية (موضحة باللون الأزرق). وتتطلب هذه التفاعلات مادة إريديوم حفَّازة مُنشَّطة بالضوء، ومادة كوبالت حفَّازة. ويمكن أن يمثل الرمز R^1 أي مجموعة كيميائية؛ بينما الرمزان R^2، و R^3 يمثلان ذَرّة هيدروجين، أو أي مجموعة هيدروكربونية.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأساس- في دراستهم هو إجراء تفاعل كيميائي يضاهي إعداد فطيرة التفاح من بذور هذه الثمرة.

استغل الباحثون واحدةً من السمات الأساسية لمركّباتٍ تحتوي على النيتروجين، تُسمَّى بالأمينات، وهذه السمة هي ميلها إلى التفاعل مع مجموعات الكربونيل (C=O)، لتكوين رابطةٍ بين الكربون والنيتروجين. وتنتج عن هذه التفاعلات مركباتٌ تُعرَف باسم الإينامينات، وهي مركباتٌ تحتوي على حلقةٍ غير عطرية، يمكن أن تفقد بسهولة إلكترونًا، لتكتسبه مادةٌ حفَّازة مُنشِّطة بالضوء من الإريديوم (انظر الشكل رقم 1b في الورقة البحثية[1]). ويؤدي فقدان الإلكترون إلى إنتاج مركّبٍ وسيط نشط، يُسمَّى شِق الإينامينيوم، يحتوي على إلكترونٍ غير مقترنٍ بغيره. ويتفاعل هذا الشِق بعد ذلك مع مادةٍ حفَّازة من الكوبالت، تزيل ذرات الهيدروجين بالتتابع من الحلقة غير العطرية، مكونةً بهذا الحلقة العطرية للأنيلين. ويُسمِّي العلماء هذه العملية في مجملها عملية الأمْيَنة النازعة للهيدروجين (شكل 1جـ)، وهي تسمح بإنتاج الأنيلينات من السلائف غير العطرية.

ويُذكر أنه سبق أن استخدم العلماء مواد إريديوم حفَّازة مُنشِّطة بالضوء في عمليات أكسدة إلكترونات مفردة[7] (وهي عمليات يُفقَد خلالها إلكترون من الجزيء)، كما سبق استخدام مواد الكوبالت الحفَّازة في إزالة ذرات الهيدروجين من الجزيئات[8]. غير أن ديجيه وزملاؤه تمكنوا، عن طريق مزج هاتين العمليتين معًا، من إنتاج تفاعلٍ، تأثيره أكبر من إجمالي تأثيراتهما. وقد أفادت أبحاثٌ سابقة بطرق أخرى لتحضير الحلقات العطرية من الصفر[9،10]، لكنَّ تلك الطرق كان من الصعب استخدامها في عملية التصنيع العضوي.

وفي الدراسة، يثبت الباحثون أنَّ تفاعلهم يمكن أن ينتِج طائفة واسعة من الأنيلينات، يحتوي ثلثاها تقريبًا على أنماطٍ بنيوية توجد عادةً في المركّبات النشطة بيولوجيًّا، أو المستحضرات الدوائية. فقد أوضحوا بالفعل أنَّ التفاعلات التي اكتشفوها يمكن استخدامها في إعداد سبعة أدوية، من بينها المخدر الموضعي "ليدوكايين" lidocaine، وعقار "فيسنارينون" vesnarinone الذي يُستخدم لعلاج أمراض القلب والأوعية الدموية. هذا بالإضافة إلى أنَّ استخدام عملية الأمْيَنة النازعة للهيدروجين في تصنيع هذين المركبين يتيح تفادي المشكلات المصاحبة لطرق الإنتاج الصناعية المُستخدَمة حاليًّا، التي تبدأ بوحدات بناء عطرية.

وقد تكون هناك فائدة للتفاعلات التي اكتشفها ديجيه وزملاؤه في الحالات التي لا تحدث فيها تفاعلات النترتة والاختزال انتقائيًّا عند رابطةٍ مفردة بين الكربون والهيدروجين على إحدى الحلقات العطرية، أو إذا كانت تفاعلات الاستبدال العطرية منخفضة الإنتاجية، أو باهظة التكلفة إلى حدٍ يمنع استخدامها. ولكنَّ تفاعلات مسار النترتة والاختزال تتسم بفعاليتها وقابلية زيادة إنتاجيتها في العموم، كما أنَّها تعتمد على مواد أولية غير مكلفة، ولذلك، فقد أتاحت تصنيع الأنيلينات بكمياتٍ ضخمة، وهو ما يفسر جزئيًّا استخدام المركّبات المحتوية على الأنيلينات على هذا النطاق شديد الاتساع. وفي المقابل، فإنَّنا نجهل عمليات الهندسة الكيميائية اللازمة لزيادة إنتاج تفاعلات ديجيه وزملائه، المعتمِدة على التنشيط الضوئي والتحفيز بالإريديوم، وهذا سيكون من العوامل المؤثرة في مدى الاعتماد على هذه التفاعلات في إنتاج الكيماويات التجارية.

وإضافةً إلى كل ما سبق، يُعَد الإريديوم واحدًا من أكثر العناصر ندرةً في قشرة الأرض، مما يحدّ من الإمدادات المتاحة من مادته الحفَّازة، ويزيد من تكلفتها.

ومع كل ذلك، فقد أوضح ديجيه وزملاؤه أنَّ تصنيع الأنيلينات ليس من الضروري أن يتقيد بالقواعد التقليدية التي تُملِي علينا كيفية استخدام الحلقات العطرية المُعَدَّة سلفًا. وسيتبيَّن مع الوقت ما إذا كانت التفاعلات التي كشفها الباحثون سوف تحلّ بالكامل محلّ الممارَسات المُتَّبعة حاليًّا، أم لا، لكنَّ توفُّر مجموعةٍ أكبر من الخيارات لصنع الأنيلينات هو أمرٌ رائع.

فاليري إيه. شميدت تعمل في قسم الكيمياء والكيمياء البيولوجية بجامعة كاليفورنيا في سان دييجو، لاهويا، كاليفورنيا 92093، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: vschmidt@ucsd.edu

1. Dighe, S. U., Juliá, F., Luridiana, A., Douglas, J. J. & Leonori, D. *Nature* **584**, 75–81 (2020).
2. Kahl, T. *et al.* in *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry* https://doi.org/10.1002/14356007.a02_303.pub2 (Wiley, 2011).
3. Vogt, P. F. & Gerulis, J. J. in *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry* https://doi.org/10.1002/14356007.a02_037 (Wiley, 2000).
4. McGrath, N. A., Brichacek, M. & Njardarson, J. T. *J. Chem. Educ.* **87**, 1348–1349 (2010).
5. Szycher, M. *Szycher's Handbook of Polyurethanes* 2nd edn (CRC, 2012).
6. Hartwig, J. F., Shekhar, S., Shen, Q. & Barrios-Landeros, F. in *PATAI's Chemistry of Functional Groups* (eds Rappoport, Z. *et al.*) https://doi.org/10.1002/9780470682531.pat0391 (Wiley, 2009).
7. Prier, C. K., Rankic, D. A. & MacMillan, D. W. C. *Chem. Rev.* **113**, 5322–5363 (2013).
8. Dempsey, L. L., Brunschwig, B. S., Winkler, J. R. & Gray, H. B. *Acc. Chem. Res.* **42**, 1995–2004 (2009).
9. Iosub, A. V. & Stahl, S. S. *ACS Catal.* **6**, 8201–8213 (2016).
10. Liu, X., Chen, J. & Ma, T. *Org. Biomol. Chem.* **16**, 8662–8676 (2018).

فيزياء المادة المكثفة

رصْد دقيق للقوى الذرية باستخدام أشعة الليزر

مايكل إيه. سِينتف

القوى التي تربط بين الإلكترونات والأنوية في المواد الصلبة يصعب تصويرها مباشرةً. وتشير إحدى الدراسات إلى أنه يمكن -عوضًا عن هذا- تصوير هذه القوى تصويرًا غير مباشر باستخدام الضوء الذي ينبعث عندما تتعرض الإلكترونات لمجال ليزري قوي.

يُعَد التوصل إلى فهم دقيق للَبِنات بناء الطبيعة الأساسية، والقوى المتبادلة بينها من بين الأهداف الرئيسة لعلم الفيزياء. وفي المواد، تتمثل لَبِنات البناء هذه في الأنوية الذرية والإلكترونات التي تتحرك بسرعة كبيرة بينها، عبر قوى تعمل في نطاق أطوال ذرية. ومن المعروف أن التصوير المباشر لهذه القوى باستخدام الضوء صعب، ويتطلب عادةً موجات في نطاق الطول الموجي للأشعة السينية، بيْد أن لاكهوتيا وزملاءه[1] يوضحون أن بالإمكان تصوير هذه القوى تصويرًا غير مباشر باستخدام الضوء المرئي، حتى لو كانت الأطوال الموجية لهذا الضوء أكبر من نطاقات الطول الذرية بحوالي 10 آلاف ضعف.

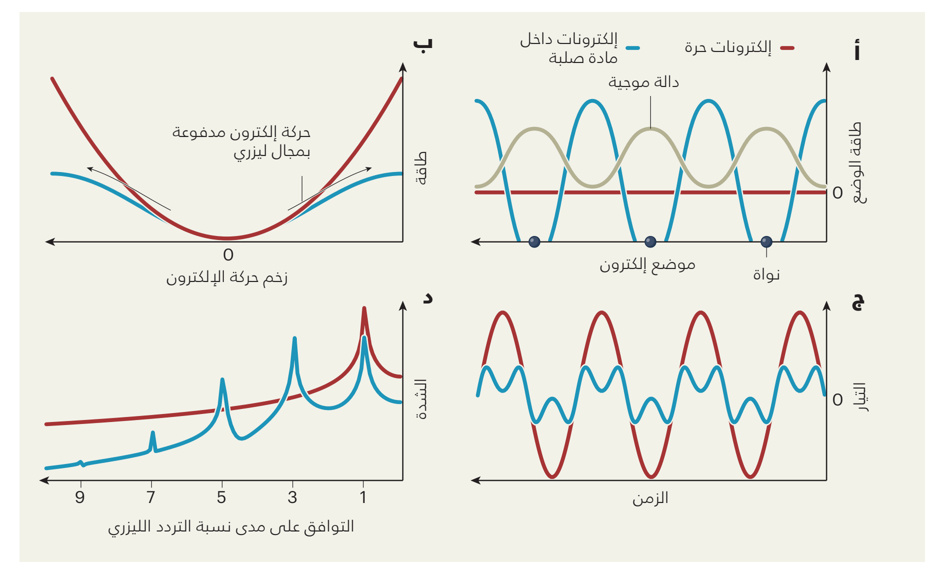
وقد استطاع الباحثون تحقيق هذا الإنجاز باستخدام طريقة تُعرف باسم التوليد عالي التوافق، وفيها يعمل مجال ليزري قوي على تزويد الإلكترونات بطاقة تزيد على احتياجاتها، بما يسمح لهذه الإلكترونات بالتغلب على القوى التي تجذبها ناحية الأنوية. بعد ذلك، تُطلِق هذه الإلكترونات المهتزة ضوءًا عند مضاعفات التردد الليزري الذي تتعرض له، وهي ظاهرة يُطلق عليها التوافقيات العالية. وينشأ هذا الانبعاث نتيجة لعدم خطّية "مشهد" الطاقة الذي تتعرض له الإلكترونات عند حثها بمجال ليزري مكثّف داخل الشبكة الدورية التي تشكلها الأنوية.

ولفهم هذا التأثير، افترِضْ أنك تعزف نغمة موسيقية باستخدام بوق. إذا نفخت في هذه الآلة الموسيقية بقوة عادية، فسيمكنك سماع نغمة نقية بالتردد الذي ترغب فيه، لكنْ إذا نفخت في البوق بقوة، فستَصْدُر عنه نغمات توافقية أعلى مصاحِبة للنغمة الأصلية، لأن مدى استثارة الآلة الموسيقية كبير بما يكفي للدخول في نسق نغمات غير خطي.

إنّ الإلكترونات في المواد الصلبة هي أجسام ميكانيكية كمّية، تُوصف بدالة موجية تحدد احتمالية العثور عليها في موضع بعينه، وبزخم حركة، أو بسرعة متجهة معينة. وبالنسبة إلى الجسيمات الحرة، فإن زخم الحركة هو حاصل ضرب الكتلة في السرعة المتجهة، لكن الإلكترونات لا تكون حرّة عند وجودها في الأجسام الصلبة، بل تتأثر بطاقة الوضع التي تتولد عن الشبكة الذرية المنتظمة التي توجد بداخلها. والقوى الكهربية التي تؤثر بها الأنوية على الإلكترونات تنتج عن انحدار مشهد طاقة الوضع عند كل موضع للإلكترون (شكل 1أ)، وهذه القوى مناظِرة لقوى الجاذبية التي تَشدُّ متسلقي الجبال إلى أسفل، لكنْ كيف يمكن رصد خريطة هذه القوى عن طريق تحفيز اهتزاز الإلكترونات باستخدام أشعة الليزر؟

يمكن فهم الإجابة عن هذا السؤال على أفضل نحو من خلال الأخذ في الاعتبار الكيفية التي تتعمد بها طاقة الإلكترون على زخم حركته (شكل 1ب)، إذ تزداد طاقة الحركة عند الإلكترون الحر تزايدًا تربيعيًّا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | التوليد عالي التوافق. أ. طاقة الوضع للإلكترون الحر تساوي صفرًا، لكنْ تتباين طاقة وضع الإلكترونات الموجودة في مادة صلبة، لأن هذه الجسيمات تنجذب نحو الأنوية الواقعة عند الحدود الدنيا لطاقة الوضع. والدالة الموجية لهذه الإلكترونات تتسم بطبيعة دورية تحددها مواضع الأنوية. ب. تتخذ العلاقة بين الطاقة وزخم الحركة شكل منحنى قطع مكافئ عندما يتعلق الأمر بالإلكترونات الحرة. أما بالنسبة إلى الإلكترونات الموجودة في مادة صلبة، فإن "مشهد" طاقة الوضع يُحدِث تغيرًا في هذا المنحنى، ليُحيله إلى شكل يمكن وصفه بنطاق الطاقة. وعند تسليط مجال ليزري قوي على إلكترونات النطاق هذه، فإنها تتحرك نتيجة لهذا التحفيز إلى منطقة لا تنتمي إلى القطع المكافئ. ج. في مجال كهذا، يتسم تيار الإلكترونات الحرة بتذبذبات موجات جيبية، في حين أن تيار إلكترونات النطاق يُظهِر انحرافاتٍ عن هذه التذبذبات. د. تنتج الإلكترونات الحرة ضوءًا عند التردد الليزري (عند الذروة الوحيدة الموجودة). ويشير لاكهوتيا وزملاؤه[1] إلى أن إلكترونات النطاق تُطلِق هي الأخرى الضوء عند مضاعفات فردية (توافقية عالية) لهذا التردد.

مـع زيـادة سرعته المتجهـة، أو زخـم حركتـه، وينشـأ عن هـذا منحنـى يُعرف باسـم القطـع المكافئ. وفيما يخص الإلكترونـات الموجـودة فـي الأجسـام الصلبـة، يُحـدِث مشـهد طاقـة الوضـع تغييـرًا في منحنـى القطـع المكافئ هـذا، مُحـوِّلًا إيـاه إلـى نطـاق طاقـة يكـون شـبيهًا بالقطـع المكافـئ فـي حـالات زخـم الحركـة الضئيـل، وإنْ كان هـذا النطـاق يتخـذ هيئـة مسـطحة عندمـا تبلـغ الدالـة الموجيـة للإلكتـرون زخـم حركـة مكافئًـا لمعكـوس المسـافة بيـن الـذرات فـي الشـبكة. ويرتبـط تسـطُّح منحنـى "الطاقـة وزخـم الحركـة" هـذا بانعـدام الخطيـة الـذي يجعـل البـوق يعـزف نغمـات توافقيـة مصاحِبـة للنغمـة الأساسـية.

يتطلـب الوصـول إلى هـذا النسـق غير الخطي تسـليط مجـال ليـزري قـوي يعمـل علـى تسـريع الإلكترونـات، بحيـث تصـل إلـى زخـم حركـة عـالٍ بالقـدر الكافـي. وتجـدر الإشـارة إلـى أنـه فـي داخـل جـزء القطـع المكافـئ مـن نطـاق الطاقـة، يتبـع مقـدار التيـار المتولـد عـن الإلكترونـات تذبذبـات الموجـات الجيبيـة الموجـودة فـي سـعة المجـال الليـزري المُسـلَّط (انظـر شـكل 1ج)، بيـد أنـه بمجـرد الوصـول إلـى حالـة انعـدام الخطيـة، ينحـرف التيـار عـن اتبـاع سـلوك الموجـات الجيبيـة، وتبـدأ النغمـات التوافقيـة فـي الظهـور.

وثمـة طريقـة بسـيطة لفهـم العلاقـة بيـن الجـزء الـذي لا ينتمـي إلـى القطـع المكافـئ فـي نطـاق الطاقـة، وظهـور النغمـات التوافقيـة فـي التيـار. وهـذه الطريقـة تتمثـل فـي ملاحظـة أن السـرعة المتجهـة للإلكترونـات يمكـن الحصـول عليهـا مـن انحـدار منحنـى "الطاقـة وزخـم الحركـة"، فعنـد تسـريع الإلكترونـات لتبلـغ زخـم حركـة مرتفعًـا، يتسـطح النطـاق، وتقـل السـرعة المتجهـة إلـى الإلكترونـات، وينخفـض مقـدار التيـار. ولأن هنـاك ارتباطًـا مباشـرًا بيـن تسـطُّح النطـاق، وطاقـة الوضـع التـي تتولـد عـن القـوى الموجـودة بيـن الإلكترونـات والأنويـة، فإن الإنحرافات عن تيـار الموجـات الجيبيـة تعمـل علـى تشـفير المعلومـات الخاصـة بمشـهد الطاقـة نفسـه.

يتمثـل الإنجـاز الرئيـس الـذي حققـه لاكهوتيـا وزملاؤه فـي تطويـر قيـاس دقيـق لهـذه الانحرافـات، ووضـع نمـاذج لمشـاهد طاقـة الوضـع الكامنـة داخـل المـواد التـي أجـروا عليهـا الدراسـة. ومـن الناحيـة العمليـة، لـم يتمكـن الباحثـون مـن تسـجيل التيـارات الإلكترونيـة مباشـرةً، لكنهـم أجـروا

"تُطلِق الإلكترونات المهتزة ضوءًا عند مضاعفات التردد الليزري الذي تتعرض له، وهي ظاهرة يُطلَق عليها التوافقيات العالية".

قياسـاتٍ لأطيـاف الضـوء الـذي أطلقتـه الشـحنات المتحركـة (شـكل 1د). وقـد احتـوت هـذه الأطيـاف علـى ذروة واحـدة عنـد التـردد الليـزري المسـتخدم، إضافـة إلـى ذُرى إضافيـة عنـد توافقيـات فرديـة عاليـة (المضاعفـات العاليـة للتـردد الأساسـي لعـدد فـردي مـن المـرات). وقـد أجـرى الباحثـون تحليـلًا تفصيليًّـا لارتفاعـات هـذه الـذُّرى، وأطـوار الضـوء المنبعـث؛ إذ يحـدد طـور الموجـة الضوئيـة أيّ مرحلـة مـن دورة التذبـذب يمـر بهـا المجـال الكهربـي للموجـة.

وعندمـا أراد لاكهوتيـا وزمـلاؤه وضـع نمـاذج لمَشـاهد الطاقـة، كانـوا بحاجـة إلـى افتـراض أن القـوى الذريـة ضعيفـة، مقارنـةً بالقـوى المحفِّـزة التـي يُوَلدهـا المجـال الليـزري الـذي اسـتخدموه[2]. ويبـدو أن هـذا الافتـراض كان صائبًـا فيمـا يتصـل بالمـواد التـي درسـوها، ويرجـع ذلـك -فـي جانـبٍ منـه- إلـى أن القـوى الذريـة ليسـت علـى قـدر هائـل مـن الشـدة. ونتيجـة لذلـك، فـإن الاختـلاف بيـن منحنـى القطـع الخـاص بالإلكتـرون الحـر والنطـاق المُسـطح، هـو فـي النهايـة اختـلاف صغيـر نسـبيًّا. وثمة سـؤال محيـر مطـروح للبحـث، يتعلـق بمـا إذا كانـت الطريقـة المعروفـة باسـم التحليـل الطيفـي عالـي التوافـق[3] يمكـن تعميمهـا؛ لكشـف معلومـات تفصيليـة عـن القـوى الموجـودة داخـل الأجسـام الصلبـة عندمـا تتسـم هـذه القـوى بشـدة التأثيـر، أم لا.

تطلَّب الأمر من الباحثين كذلك افتراض صحة صورة الإلكتـرون المسـتقل، التـي يمكـن فيهـا تجاهـل التنافـر المتبـادل بيـن الإلكترونـات. فهـذه الصـورة لا تناسـب بعـض المـواد الأكثـر غرابـة مـن تلـك التـي خضعـت للدراسـة الحاليـة. وعلـى سـبيل المثـال، فـي حـال المـواد ذات الإلكترونـات قويـة الترابـط، يمكـن أن تـؤدي تفاعـلات الإلكترونـات إلـى تأثيـرات مذهلـة، تـتـراوح مـن التوصيـل الفائـق فـي درجـات الحـرارة المرتفعـة، وصولًا إلـى خاصيـة عـزل مُـوت[4]؛ وهـي ظاهـرة إلكترونيـة تشـبه الاختناقـات المروريـة. وثمـة مشـكلة بحثيـة قائمـة، هـي تحديـد الكيفيـة التـي تعمـل بهـا هـذه التفاعـلات القويـة -وكذلـك إضعافهـا مـن خـلال التحفيـز الليـزري[5]- علـى تعديـل الأطيـاف عاليـة التوافـق[6,7]. ويمكـن النظـر إلـى دراسـة لاكهوتيـا وزملائـه باعتبارهـا مُحفِّـزًا علـى البحـث عـن سـبيلٍ لتصويـر هـذه التفاعـلات القويـة بيـن الإلكترونـات.

وأخيـرًا، ثمـة اتجـاه أساسـي يمكـن أن تسترشـد بـه الجهـود المسـتقبلية، يتعلـق بالتصويـر الديناميكـي للتفاعـل بيـن الإلكترونـات المحفَّـزة وغيـر ذلـك مـن عمليـات الاسـتثارة فـي المـواد الكمّيـة التـي يجـري تحفيزهـا بقـوة، لا سـيما فـي حـال الأطـوال الموجيـة الليزريـة الأطـول، مقارنـةً بتلـك المسـتخدَمة فـي الدراسـة الحاليـة. والخطـوة الأولـى نحـو هـذا الهـدف، هـي وضـع نمـاذج لمَشـاهد طاقـة الوضـع القائمـة بيـن الـذرات، الناتجـة عـن أنويـة جـرت إزاحتهـا بدرجـة كبيـرة[8]. وسـوف يكـون مـن المثيـر استكشـاف كيـف أن الجمـع بيـن أسـاليب تتنـاول نطاقـات زمنيـة مختلفـة سـيعطينا لمحـة عـن التفاعـل المعقـد بيـن الكثيـر مـن المكونـات التـي تنشـأ منهـا خـواص مذهلـة للمـواد فـي حالتـي التـوازن، واختـلال التـوازن[9].

مايكل إيه. سِينتف باحثٌ من معهد ماكس بلانك لبِنْية المادة وديناميكياتها، 22761، في مدينة هامبورج الألمانية، كما يعمل في معهد الفيزياء النظرية، التابع لجامعة بريمن في مدينة بريمن الألمانية.

البريد الإلكتروني: michael.sentef@mpsd.mpg.de

1. Lakhotia, H. *et al. Nature* **583**, 55–59 (2020).
2. Morales, F., Richter, M., Patchkovskii, S. & Smirnova, O. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **108**, 16906–16911 (2011).
3. Ghimire, S. & Reis, D. A. *Nature Phys.* **15**, 10–16 (2019).
4. Keimer, B., Kivelson, S. A., Norman, M. R., Uchida, S. & Zaanen, J. *Nature* **518**, 179–186 (2015).
5. Tancogne-Dejean, N., Sentef, M. A. & Rubio, A. *Phys. Rev. Lett.* **121**, 097402 (2018).
6. Silva, R. E. F., Blinov, I. V., Rubtsov, A. N., Smirnova, O. & Ivanov, M. *Nature Photon.* **12**, 266–270 (2018).
7. Murakami, Y., Eckstein, M. & Werner, P. *Phys. Rev. Lett.* **121**, 057405 (2018).
8. von Hoegen, A., Mankowsky, R., Fechner, M., Först, M. & Cavalleri, A. *Nature* **555**, 79–82 (2018).
9. Gerber, S. *et al. Science* **357**, 71–75 (2017).

فيروس كورونا

"كوفيد-19" يفجر أحد ألغاز الجهاز المناعي

ستانلي بيرلمان

ليس واضحًا سبب تبايُن استجابة الجهاز المناعي للفيروس التاجي "سارس-كوف-2" تباينًا كبيرًا من فرد إلى آخر. ويساعد تتبُّع استجابات المرضى المناعية بمرور الوقت على فك غموض هذا اللغز، كما أن له آثارًا على الجهود المبذولة للتنبؤ بشدة المرض في الأفراد.

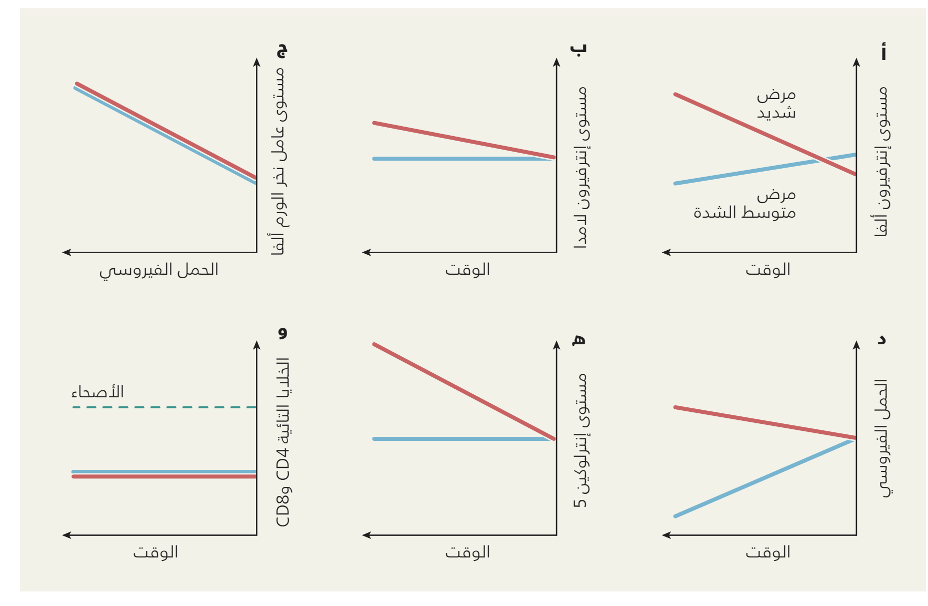
يُعَد خلل الاستجابة المناعية، وعاصفة السيتوكين، ومتلازمة إفراز السيتوكين[1,2] من المصطلحات المستخدَمة لوصف الاستجابة الدفاعية المفرطة التي يُعتقد أنها تسهم في شدة مرض بعضٍ ممن يُصابون بدرجة خطيرة من عدوى "كوفيد-19". ورغم ذلك، ما زال وضْع تعريف دقيق لهذا النوع من الخلل المناعي أمرًا مستعصيًا. وفي بحث نُشر مؤخرًا في دورية *Nature*، نجحت كارولينا لوكاس وزملاؤها[3] في سد بعض الثغرات في معلوماتنا بخصوص هذا الاضطراب.

وتجدر الإشارة إلى أنه من أهم غايات الأبحاث التي أُجريت حول جائحة "كوفيد-19": الوصول إلى القدرة على تقييم الاستجابة المناعية للأشخاص، بهدف التمكن مبكرًا من تحديد مَن تظهر عليهم أعراض طفيفة، لكنْ يُحتمل أن يطوروا استجابة دفاعية قوية مصحوبة بدرجة شديدة من المرض. ويُعَد هذا مهمًّا، لأن ثمة طائفة واسعة من الأمراض الإكلينيكية التي يمكن أن يواجهها المصابون بفيروس "سارس-كوف-2" (الفيروس التاجي الذي يسبب الإصابة بعدوى "كوفيد-19"). وفي حين أنه قد لا تظهر أعراض على بعض الأفراد المصابين بالعدوى، يواجه بعضهم الآخر خطر الوفاة، ويحتاج إلى إيداعه في وحدة عناية مركزة بأحد المستشفيات، وتوفير جهاز تنفس اصطناعي يعينه على التنفس بسهولة[4,5]. وبعبارة أخرى، إن تحديد الأفراد الذين تنبئ بصمة خلل الاستجابة المناعية لديهم باحتمال الإصابة بدرجة شديدة من المرض سيتيح مراقبتهم بصورة مكثفة للحّد من تطور المرض.

أجرت لوكاس وزملاؤها تحليلات مكثفة، لدراسة الاستجابات المناعية على مدار فترة زمنية طويلة (أي في دراسات طولية) لدى 113 مصابًا بدرجة متوسطة أو شديدة من عدوى "كوفيد-19"، ممن أُودعوا مستشفيات. وقيّم الفريق كذلك عددًا مشابهًا من الأشخاص الأصحاء غير المصابين بفيروس "سارس-كوف-2"، بوصفهم مجموعة مقارنة ضابطة. وبالإضافة إلى ذلك، حلل الفريق جزيئات بعينها في بلازما الدم (الشكل 1)، وراقبوا الخلايا أحادية النواة في الدم المحيطي (أي خلايا الدم البيضاء في الجهاز المناعي، مثل الخلايا التائية CD4، والخلايا التائية CD8، والخلايا البائية). وتتيح الطبيعة الطولية لهذه الدراسة استخلاص استنتاجات لن يمكن استخلاصها باستخدام تحليلات الدراسات المقطعية التي لا تتابع الأفراد مع مرور الوقت.

ووجد واضعو الدراسة أن مستويات العديد من الجزيئات التي تعزز الالتهاب –وهي جزيئات التعديل المناعي التي يُطلق عليها السيتوكينات، بما في ذلك إنترلوكين 1 ألفا (IL-1α)، وإنترلوكين 1 بيتا (IL-1β)، وإنترفيرون ألفا (IFN-α)، وإنترلوكين 17 إيه (IL-17A)، وإنترلوكين 12 بي70 (IL-12 p70)– كانت أعلى في جميع مرضى "كوفيد-19"، منها في أفراد المجموعة الضابطة الأصحاء، وهو ما يشير إلى وجود بصمة "أساسية" لـ"كوفيد-19". كما أن التعبير عن سيتوكينات أخرى -مثل إنترفيرون لامدا (IFN-λ)، وثرومبوبويتين (المرتبط بخلل في تخثر الدم)، وإنترلوكين 21 (IL-21)، وإنترلوكين 23 (IL-23)، وإنترلوكين 33 (IL-33)- زاد بدرجة أكبر لدى الأشخاص المصابين بدرجة شديدة من عدوى "كوفيد-19" عنه لدى المصابين بدرجة متوسطة من المرض. ويُذكر أن جزيئات عديدة من تلك التي زاد التعبير عنها في بصمة "كوفيد-19" الأساسية، وتلك التي لوحظت في الحالات الشديدة من المرض، جرى تحديدها سابقًا على أنها مرتبطة إيجابيًّا بشدة عدوى "كوفيد-19"، إذ اتسمت الحالات الشديدة من المرض بارتفاع طويل الأمد في مستويات العديد من هذه الجزيئات، بينما تراجعت مستويات معظمها في الأشخاص المصابين بحالات متوسطة الشدة من المرض. وفضلًا عن ذلك، أظهر المصابون بدرجة شديدة من المرض مستويات أكبر من السيتوكينات المرتبطة بتنشيط مركّب بروتيني يسمى الجسيم الالتهابي، وهو أحد عناصر الاستجابة المناعية التي تحفز الالتهاب. كما زادت مستويات البروتين IL-1Ra، وهو بروتين يثبط عادةً فرط عمل الجسيمات الالتهابية، وهو ما يوفر مثالاً نادرًا لزيادة التعبير عن جزيء يضعف الاستجابة المناعية في حالة المرض الشديد.

كما كانت مستويات الجزيئات المرتبطة بالاستجابات الدفاعية المناوئة لحالات العدوى الفيروسية -التي يطلقها نوع من خلايا CD4 التائية المنشَّطة، يسمى خلايا-T_H1- أعلى لدى الأشخاص المصابين بدرجة شديدة من المرض عنها في الأشخاص المصابين بدرجة متوسطة الشدة منه. وقد حدث هذا على الرغم من أن مستويات الخلايا التائية من النوعين CD4، وCD8 -التي ترتبط عمومًا بالتعبير عن هذه الجزيئات- انخفضت بصورة متساوية في الدم (في



الشكل 1 | الاستجابات المناعية لعدوى "كوفيد-19". قامت كارولينا لوكاس وزملاؤها[3] بتحليل عينات دم مأخوذة على مدار فترة زمنية طويلة من أفراد مصابين بدرجة متوسطة أو شديدة من مرض "كوفيد-19" ممن أُودعوا مستشفيات. وتُعَد المعلومات الناجمة عن هذا التحليل مفيدة من أجل الجهود المبذولة لمحاولة التنبؤ بالأفراد المعرضين لخطر الإصابة بدرجة شديدة من المرض، التي غالبًا ما تصاحبها استجابة مناعية قوية. (أ) حدد واضعو الدراسة مجموعة فرعية من جزيئات التأشير المناعي تسمى السيتوكينات، يتم التعبير عنها في الأشخاص المصابين بدرجة متوسطة أو شديدة من المرض. وإنترفيرون ألفا (IFN-α) هو أحد هذه السيتوكينات "الأساسية". (ب) تغيَّر مستوى التعبير عن بعض السيتوكينات الأخرى ، مثل إنترفيرون لامدا (IFN-λ)، بشكل أساسي عندما أصبح المرض أكثر شدة. (ج) ارتبط مستوى بعض السيتوكينات المعززة للالتهاب، مثل عامل نخر الورم ألفا (TNF- α)، بالحمل الفيروسي في الممرات الأنفية. (د) انخفض الحمل الفيروسي بمرور الوقت لدى الأشخاص المصابين بدرجة متوسطة من مرض "كوفيد-19"، لكن ليس لدى المصابين بدرجة شديدة منه. (هـ)، بعض السيتوكينات غير المرتبطة بالاستجابات المضادة للفيروسات، مثل إنترلوكين 5 (IL-5)، التي تساعد في الدفاع عن الجسم ضد الديدان الطفيلية وتُفرز في أثناء التفاعلات التحسسية، زاد التعبير عنها بشكل مفاجئ حين أصيب الأفراد بدرجة شديدة من المرض. (و) كانت مستويات الخلايا التائية CD4 وCD8 -وهي خلايا مناعية أساسية تشارك في التخلص من الفيروس- أقل لدى الأشخاص المصابين بدرجة متوسطة أو شديدة من المرض منها لدى الأفراد الأصحاء غير المصابين بفيروس "سارس-كوف-2"، وهو الفيروس المسبب لمرض "كوفيد-19". (تستند الرسوم البيانية إلى بيانات من المرجع رقم 3).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

حالـة تسـمى قلـة الليمفاويات) لـدى الأشـخاص المصابين بدرجـة متوسـطة أو شـديدة مـن المـرض. ومـن اللافـت بدرجة أكبر أن السيتوكينات المرتبطة بالاستجابات المناعية للفطريـات (السـيتوكينات التـي يفرزها نوع مـن خلايا CD4 التائيـة، يسـمى خلايـا T_H17)، قـد ارتفعـت وظلـت كذلـك فـي الأشـخاص المصابيـن بدرجـة شـديدة مـن المـرض. وينطبـق المِثـل علـى السـيتوكينات المرتبطة بالاسـتجابات المناعية للطفيليات، مثل الديدان، أو المرتبطة بالتفاعلات التحسسـية (السـيتوكينات مثـل إنترلوكيـن 5 (IL-5)، التـي يطلقهـا نـوع مـن خلايـا CD4 التائيـة، يُسـمى خلايـا T_H2). وقـد كان مـن المفاجئ اكتشـاف أن أجـزاء الجهـاز المناعي التـي لا علاقـة لهـا بالسـيطرة علـى الفيروسـات يمكـن أن تُحفِّزهـا عـدوى فيروسـية، بيـد أنـه لـم يكـن مـن المفاجئ بالقدر نفسـه اكتشـاف أن مستويات السيتوكينات الالتهابية فـي الـدم -وخاصـة البروتينـات إنترفيـرون ألفـا (IFN-α)، وإنترفيـرون لامـدا (IFN-λ)، وعامـل نخـر الـورم ألفا (TNF-α)، والربيطـة المحفزة للموت الخلوي المبرمج ذات الصلة بعامـل نخـر الـورم (TRAIL)- ترتبـط بمسـتويات الحمـض النـووي الريبي الفيروسـي فـي الممر الأنفي، بصرف النظر عـن شـدة المرض.

وبالاسـتناد إلى تحليلات البروتينـات فـي الخلايـا أحادية النـواة في الدم المحيطي، قسَّـم واضعو الدراسـة المرضى إلـى ثـلاث مجموعـات علـى أسـاس شـدة المـرض، والمسـار الإكلينيكي لتطـوره. وبوجه عام، في النقـاط الزمنية المبكرة من العدوى، كان لدى مَن أصيبوا بحالة متوسطة الشدة من المرض مسـتويات منخفضة من مؤشرات الالتهاب، وأظهروا زيـادة فـي مسـتوى البروتينـات المرتبطـة بإصلاح الأنسـجة. وعلى النقيض من ذلك، فإن الأشخاص الذين أصيبوا بدرجة شـديدة أو شـديدة للغايـة مـن المـرض، زاد لديهـم التعبير عـن إنترفيرون ألفـا (IFN-α)، وبروتيـن (IL-1Ra)، والبروتينات المرتبطة باسـتجابات خلايا T_H1 وT_H2 وT_H17، حتى فـي النقاط الزمنيـة المبكـرة (بعـد فتـرة تتـراوح مـن 10 إلـى 15 يومًـا من ظهـور الأعـراض). وجـرى التحقـق مـن صحـة هـذه النتائج باسـتخدام بيانـات مـن جميـع المرضـى فـي جميـع النقـاط الزمنيـة الخاصة بالدراسـة، ومن ثم اتضـح أن أنماط التعبير الجيني المُميَّزة هذه قد اسـتمرت بمـرور الوقت في المرضى علـى اختلاف درجة شـدة المـرض لديهم.

إذًا، مـا الـذي اسـتفدنا بـه مـن تقريـر هـذه الدراسـة؟ ومـا الـذي يجـب علينـا الاسـتمرار فـي القيـام بـه؟ يتضـح مـن هـذه الدراسـة وغيرهـا أن الاسـتجابات المناعيـة لـدى المرضـى المصابيـن بحـالات شـديدة من "كوفيـد-19" ممن يدعـون المستشـفيات تتميز بقلة الليمفاويـات، وبالتعبير عـن الجزيئـات المرتبطـة بالالتهـاب المسـتمر[8]، فـي حيـن يتم التعبير عن هذه الجزيئات نفسـها بمسـتوى أقل لدى الأشـخاص المصابيـن بدرجـة طفيفـة أو متوسـطة الشـدة مـن المرض.

وتكـون الاختلافات فـي الاسـتجابات المناعية بين الفئات المختلفـة لشـدة المـرض أكثـر وضوحًـا عندمـا نـدرج فـي التحليـلات الأشـخاص المصابين بدرجـة طفيفـة للغاية، أو غيـر باديـة الأعـراض مـن المـرض[4].

وأهـم الخطوات التالية خطوتان، هما: تحليل عينات من الأشخاص الذين تظهر عليهم علامات مبكرة للغاية تدل على الإصابة بـ"كوفيد-19"، ومقارنـة البيانـات الطوليـة الخاصـة بهؤلاء مع تلك الخاصة بأولئك الذين لا يحتاجون إلى دخول مستشفى، إذ يبدو أن بعضًا ممن يصابون بحالة شديدة من المرض تكون استجابتهم المناعية دون المستوى الأمثل في البداية، وهو ما قد يسمح بتنسخ الفيروس بشكل يخرج عن السيطرة[9]. وقد يسهم هذا التنسخ المرتفع بدوره في الإصابة بحالة شديدة من المرض.

كمـا يجب أن تحدِّد تحليلات إضافيـة الجزيئات المفيدة فـي التنبـؤ بالأفـراد الذيـن سـيُودعون لاحقًـا مستشـفيات، وسـيحتاجون إلـى رعايـة مركـزة. وسـيكون مـن المهـم أيضًـا فهْـم الكيفيـة التـي تـؤدي بهـا الحالات الشـديدة من المرض إلى زيادة التعبير عن السيتوكينات المرتبطة عادةً بالاستجابة المناعية للطفيليات والتفاعلات التحسسية، وما إذا كان هذا الخلـل الظاهـر فـي الاسـتجابة المناعيـة للعدوى الفيروسـية سـمة مميـزة لمـرض "كوفيـد-19"، أم لا. وفضـلًا عـن ذلك، سـيكون مـن المفيد تحديد مـا إذا كانت هذه التغييرات التي تطـرأ علـى عمليـة التعبير عـن الجزيئات المحفـزة للالتهاب فـي الـدم تحـدث أيضًـا فـي الخلايـا الموجـودة فـي موقـع العـدوى (أي فـي الشُـعب الهوائيـة، والرئتيـن)، أم لا. وقد حلَّلـت لـوكاس وزملاؤهـا عينـات الـدم، لأن الحصـول على خلايـا مـن الرئات المصابة أكثر صعوبـة، ويسـبب إنتاج رذاذ قـد يحتوي علـى فيروس "سـارس-كوف-2".

ولكـي تغـدو النتائـج مفيـدة مـن الناحيـة الإكلينيكيـة، سـيكون مـن الضـروري تحديـد عـدد قليـل من المؤشـرات الحيويـة التـي يمكـن قياسـها واسـتخدامها بسـهولة للتنبـؤ بنتائـج المـرض. وقـد يصعـب تحقيـق ذلـك، لأن العديـد مـن التغييـرات فـي التعبيـر عن السـيتوكينات -الذي لُوحظ فـي دراسـات مثـل تلـك التـي أجرتهـا لـوكاس وزملاؤهـا- مفيد للتحليـلات التـي تجـرى علـى مسـتوى مجموعـات المرضى، لكنـه أقـل فائـدة فيمـا يخـص التنبـؤ بنتائـج المـرض فـي الأفـراد. كمـا تتبايـن مسـتويات بعـض السـيتوكينات تباينًـا كبيـرًا بيـن الأشـخاص، وهـو مـا يجعـل مـن الصعـب تحديد مسـتوى معيـن مـن التعبيـر عـن السـيتوكينات كمؤشـر معيـاري علـى وجـود خلـل. ولذلـك، يجـب قيـاس مجموعات السـيتوكينات -التـي يتبايـن مسـتوى كل منهـا بدرجـات مختلفـة بين الأفـراد- لتحديـد التدخلات العلاجية المفيدة.

وسـيكون تحديـد المرضـى المحتمَـل إصابتهـم بحالـة شـديدة مـن "كوفيـد-19" خطـوة مهمـة نحـو إحـراز تقـدم فـي رعاية المرضى. وعلى سـبيل المثال، سيعزز ذلك إمكانية الاختيـار الصحيـح للأفـراد الذيـن يكونـون فـي حاجـة ماسّـة إلـى علاجـات موجهـة مبكـرًا، مثـل العلاجـات التـي تثبـط تنسُّـخ الفيروس مباشـرة. وقـد أُحرز تقدم فـي تحديد هذه العلاجـات، وسـيكون التطويـر المسـتمر للأدويـة المضـادة للفيروسـات التـي تتسـم بفعاليـة وانتقائيـة أكبر حاسـمًا في تخفيـف شـدة المـرض، وتقليـل معـدل الوفيـات المرتبـط بجائحـة "كوفيـد-19". وفـي أفضـل الأحـوال، سـوف يتـم إعطـاء هـذه الأدويـة عـن طريـق الفـم، وسـوف تحـدّ مـن حاجة المرضى إلى دخول المستشـفيات. وسيساعد التقدم المسـتمر فـي فك شـفرة آليات الاسـتجابة المناعيـة لعدوى فيروس "سـارس-كوف-2" على تحسـين العلاجات الإكلينيكية لمرض "كوفيـد-19".

يعمل ستانلي بيرلمان في قسم علم الأحياء الدقيقة والمناعة في جامعة آيوا في مدينة آيوا سيتي، 52242 ولاية آيوا، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: stanley-perlman@uiowa.edu

1. Moore, J. B. & June, C. H. *Science* **368**, 473–474 (2020).
2. Hirano, T. & Murakami, M. *Immunity* **52**, 731–733 (2020).
3. Lucas, C. *et al. Nature* **584**, 463–469 (2020).
4. Long, Q.-X. *et al. Nature Med.* https://doi.org/10.1038/s41591-020-0965-6 (2020).
5. Wang, D. *et al. J. Am. Med. Assoc.* **323**, 1061–1069 (2020).
6. Zhou, Z. *et al. Cell Host Microbe* **27**, 883–890 (2020).
7. Lee, J. S. *et al. Sci. Immunol.* **5**, eabd1554 (2020).
8. Zhang, X. *et al. Nature* **583**, 437–440 (2020).
9. Mathew, D. *et al. Science* https://doi.org/10.1126/science.abc8511 (2020).

ملخصات الأبحاث

مناطق يمكن استهدافها بالعقاقير في فيروس كورونا

يُطلق على فيروس كورونا الموصّف حديثًا اسم "فيروس كورونا المسبِّب للمتلازمة التنفسية الحادة الوخيمة"، ويُعرف اختصارًا بـ"سارس-كوف-2" (SARS-CoV-2)، وهو العامل المسبب لمرض فيروس كورونا الجديد "كوفيد-19". وقد أصاب أكثر من 2.3 مليون شخص، وأدى إلى وفاة أكثر من 160 ألف فرد، وتسبَّب في اضطرابات اجتماعية واقتصادية على مستوى العالم.

ولا توجد حتى الآن أي أدوية مضادة للفيروسات أثبتت فعالية إكلينيكية في علاج مرض "كوفيد-19"، كما لا توجد أي لقاحات تمنع الإصابة بفيروس "سارس-كوف-2". وتؤدي معرفتنا المحدودة بتفاصيل الآليات الجزيئية التي يصيب بها "سارس-كوف-2" الخلايا إلى إعاقة قدرتنا على التوصل إلى عقاقير أو لقاحات.

وفي البحث المنشور، عمل الباحثون على استنساخ 26 بروتينًا من أصل 29 من بروتينات فيروس "سارس-كوف-2" في خلايا بشرية، وقاموا بوسم هذه البروتينات، وتحفيز التعبير عنها، ثم حددوا البروتينات البشرية التي ارتبطت ماديًّا بكل بروتين من بروتينات فيروس "سارس-كوف-2"، وذلك باستخدام القياس الطيفي الكتلي بتقنية التنقية بالألفة، وهو ما نتج عنه تحديد 332 تفاعلًا بدرجة ثقة عالية بين بروتينات فيروس "سارس-كوف-2"، وبروتينات بشرية.

ومن بين هذه التفاعلات، حدد الباحثون 66 بروتينًا بشريًّا، يمكن استهدافه بالأدوية، أو عوامل بعينها في المضيف، يستهدفها 69 مركّبًا دوائيًّا (منها 29 عقارًا معتمدًا من إدارة الغذاء والدواء الأمريكية، و12 مركّبًا في مرحلة التجارب الإكلينيكية، و28 مركّبًا في المرحلة قبل الإكلينيكية).

وقام الباحثون كذلك بفحص مجموعة فرعية من هذه المركّبات في فحوص فيروسية متعددة، ووجدوا مجموعتين من المركّبات الدوائية التي أظهرت نشاطًا مضادًّا للفيروس، وهي مثبطات ترجمة الحمض النووي الريبي المرسال، وعوامل يتوقع الباحثون تنظيمها لمستقبلات سيجما-1، وسيجما-2.

وإجراء مزيد من الدراسات على هذه المركّبات، التي تستهدف عوامل محددة في المضيف –منها الدراسات حول عملية الدمج بين هذه المركبات والعقاقير التي تستهدف الإنزيمات الفيروسية مباشرةً– قد يؤدي إلى تطوير نظام علاجي، لعلاج مرض "كوفيد-19".

D. Gordon *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2286-9

الشكل أسفله | سير عمل القياس الطيفي الكتلي بتقنية التنقية بالألفة (AP-MS)، لتحديد التفاعلات بين بروتينات المضيف وبروتينات فيروس "سارس-كوف-2".
أ، صورة توضح جينوم فيروس "سارس-كوف-2". تتناسب شدة اللون مع درجة تشابه تسلسل البروتين للتسلسلات المماثلة من فيروس "سارس-كوف-2" (عند وجود تسلسلات مماثلة). عدد البروتينات البنيوية =4؛ عدد البروتينات غير البنيوية =16؛ عدد العوامل الإضافية=9 . ب، سير العمل التجريبي لدراسات القياس الطيفي الكتلي بتقنية التنقية بالألفة. PPI= تفاعل البروتين الفيروسي مع البروتين البشري.

ومضات برقٍ تنبعث من عواصف رعدية على المُشتري

تمكّنت عددٌ من البعثات الفضائية التي زارت كوكب المُشتري، أو مرَّت به، على مدى عقودٍ عديدة من رصد عديدة من ومضات برق على سطح الكوكب. واستنادًا إلى الصور المتاحة، قُدِّر معدل الوميض بحوالي 4×10^{-3} ومضة لكل كيلومتر مربع في العام الواحد. كما ذهبت التقديرات إلى أن النطاق المكاني للومضات التي رصدتها بعثة "فوياجر" Voyager بلغ نحو 30 كيلومترًا (الاتساع النصفي عند منتصف القيمة العظمى للشدة (HWHM)). ومع ذلك، فقد كان من المستبعَد أن تتمكّن الكاميرا من رصد الحواف الخارجية الخافتة للومضات، بالنظر إلى ضعف استجابتها للخط الطيفي الأكثر سطوعًا لانبعاث البرق على الكوكب، وهو خط Hα للهيدروجين الذري، البالغ طوله 656.3 نانومتر.

وبفضل الدقة الحَيِّزِيّة العالية التي تُميِّز بعض آلات التصوير، تمكَّن الباحثون من التحقق من 22 ومضة باتساع نصفي عند منتصف القيمة العظمى يزيد على 42 كيلومترًا، ومن تقدير إحدى الومضات باتساع نصفي عند منتصف القيمة العظمى، يتراوح بين 37 و45 كيلومترًا. وقد فُسِّرت هذه الومضات ذات الطاقات البصرية التي تضاهي الصواعق الأرضية الفائقة – والتي تبلغ $(0.02–1.6) \times 10^{10}$ جول- على أنها مُتتبِّعات للحمل الحراري الرطب الذي ينشأ في الغلاف الجوي لكوكب المشتري عند مستوى ضغط يقترب من 5 بارات (على افتراض تشتت الفوتونات من نقاط تقع أسفل السُّحب). كانت عمليات الرصد السابقة محدودة بقيود فرضتها الحساسية المنخفضة نسبيًّا للكاميرات، والبُعد عن كوكب المُشتري، ومدد التعرض الطويلة (حوالي 680 ملِّي ثانية إلى 85 ثانية)، وهو ما يعني أن بعض القياسات كان -على الأرجح- ومضات متراكبة، إلا أنّ تلك الومضات فُسِّرت على أنها ومضة واحدة.

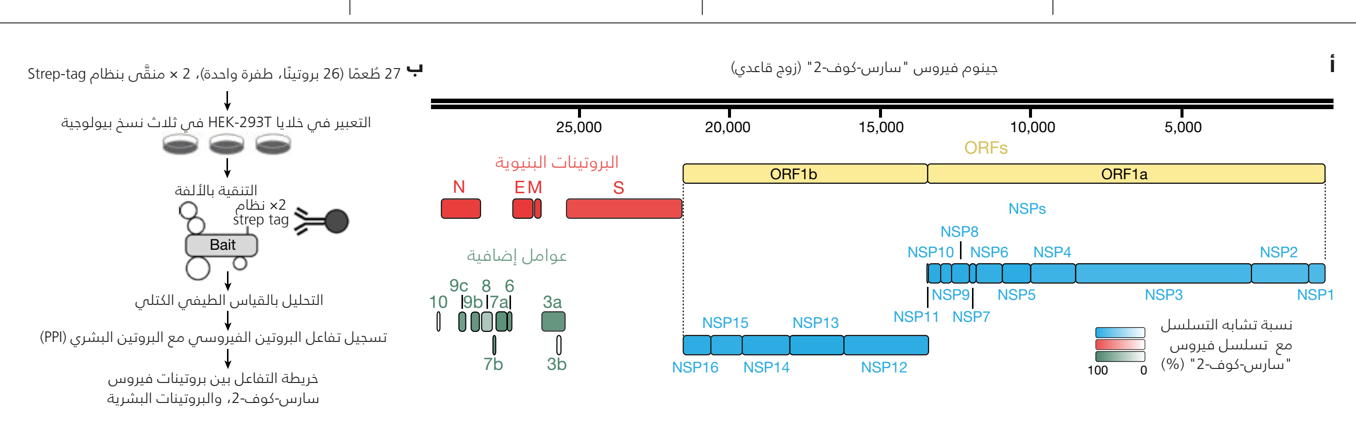
وفي البحث المنشور، تمكَّن الباحثون من إجراء عمليات رصد بصري لومضات برق تُقدر طاقاتها بنحو 10^5- 10^8 جول، وفترات وميض قصيرة تصل إلى 5.4 ملِّي ثانية، وفواصل بين الومضات تُقدر بعشرات من المِلِّي ثانية، وبطاقات أرضية نمطية. ويبلغ معدل الوميض نحو 6.1×10^{-2} ومضة لكل كيلومتر مربع في العام الواحد، وهو ما يتجاوز المعدَّل المرصود حتى وقتنا هذا بمرَّات عديدة. والعديد من هذه الومضات يتَّسم بنطاق مكاني صغير، بحيث لا تنشأ تلك الومضات إلا فوق مستوى ضغطٍ جوي مقداره باران، حيث لا يكون هناك وجود للماء السائل.

يخلُص الباحثون إلى ضرورة دراسة آلياتٍ عدَّة لتوليد البرق على كوكب المُشتري، من أجل التوصُّل إلى فهم وافٍ للحمل الحراري للغلاف الجوي للكوكب، وتكوينه.

H. Becker *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2532-1

تأثير التدخلات غير الدوائية لمكافحة "كوفيد-19" في أوروبا

عقب اكتشاف فيروس كورونا الجديد، المُسبِّب للمتلازمة التنفُّسية الحادة الوخيمة من النوع الثاني -المعروف اختصارًا بفيروس "سارس-كوف-2" SARS-CoV-2- وانتشاره



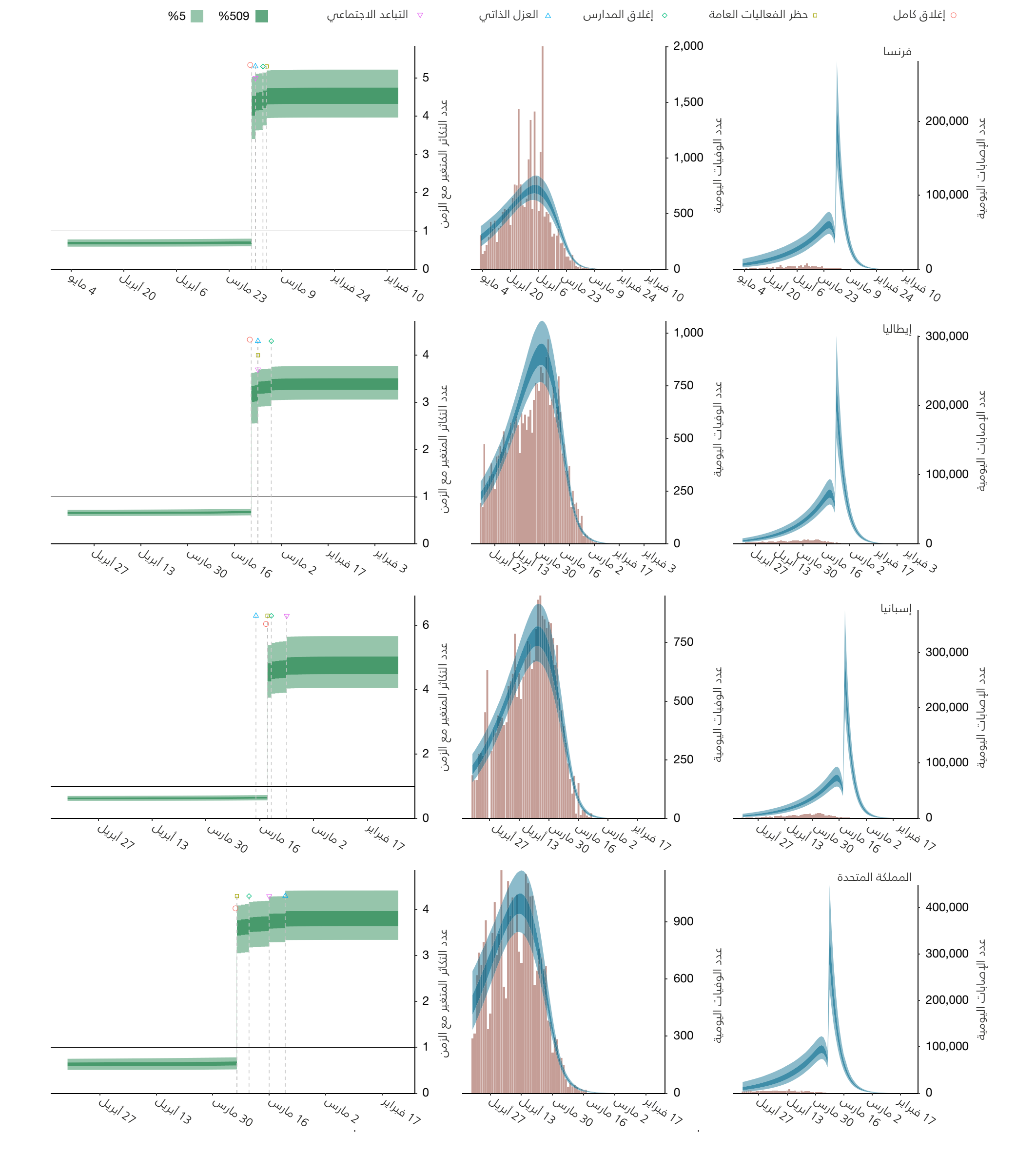
خارج حدود الصين، تعرَّضت أوروبا إلى تفشٍّ وبائي واسع النطاق لمرض "كوفيد-19". واستجابةً لمواجهة ذلك، طبَّقت دول أوروبية كثيرة تدخلاتٍ غير دوائية، من بينها إغلاق المدارس، وفرض إجراءات الإغلاق، وتقييد الحركة على مستوى البلاد.

وفي هذا البحث المنشور، يدرس الباحثون تأثير أهم هذه التدخلات في أنحاء 11 دولةً أوروبية، خلال الفترة من بداية تفشي جائحة "كوفيد-19"، حتى الرابع من مايو الماضي، عندما بدأ رفع تدابير الإغلاق. ويعتمد نموذج الباحثين على أعداد الوفيات المرصودة، ليُجري حساباتٍ عكسية، يُقدِّر من خلالها أعداد الحالات التي انتقلت إليها العدوى قبلها بعدة أسابيع، آخذًا في الحسبان الفترة الزمنية التي تفصل بين العدوى، والوفاة. كما يستخدم الباحثون التجميع الجزئي للمعلومات المتوفرة من هذه الدول، إضافةً إلى كل من التأثيرات الفردية والمشتركة لهذه المعلومات على حساب عدد التكاثر المتغير مع الزمن (Rt). وتتيح عملية التجميع هذه استخدام مزيدٍ من المعلومات، وتساعد على التغلب على التحديات الممثلة في الانحرافات في البيانات، كما تسمح بالخروج بتقديراتٍ في وقت أقصر. ويستند نموذج الباحثين إلى تقديراتٍ ثابتة لبعض المؤشرات الوبائية (مثل معدل إماتة العدوى)، ولا يتضمن حالات انتقال العدوى من خارج البلاد، أو التباين بين المناطق المختلفة داخل كل دولة، كما يفترض أنَّ التغيرات في عدد التكاثر المتغير مع الزمن إنَّما هي استجابة فورية للتدخلات المُطبَّقة، وليست نتاج تغيراتٍ تدريجية في السلوك. وفي خضم الجائحة التي ما زلنا نواجهها، يعتمد الباحثون على البيانات غير المكتملة لمعدلات الوفاة، التي يوضحون أنَّ هناك تحيُّزًا منهجيًّا في الإبلاغ عنها، وسيجري التحقُّق منه مستقبلًا. ووفق تقديرات الباحثين، ففي جميع الدول التي تناولتها دراستهم، كانت التدخلات الحالية كافيةً للسيطرة على الجائحة، ولخفض عدد التكاثر المتغير مع الزمن إلى أقل من 1 (احتمالية أن يقل هذا العدد عن 1 تتجاوز 99%). ويُقدِّر الباحثون أيضًا أنَّه في أنحاء الدول الإحدى عشرة مجتمعةً، أُصيب ما بين 12 و15 مليون شخص بفيروس "سارس-كوف-2" حتى الرابع من مايو الماضي، وهو ما يمثِّل نسبةً تتراوح بين 3.2%، و4% من السكان الذين شملتهم الدراسة.

وتوضح النتائج التي توصل الباحثون إليها أنَّ التدخلات الرئيسة غير الدوائية، وبالأخص تدابير الإغلاق، كان لها تأثيرٌ كبير على خفض معدلات انتقال العدوى. وينبغي النظر في استمرار تطبيق تلك التدخلات؛ من أجل إبقاء عدوى "سارس-كوف-2" قيد السيطرة.

S. Flaxman *et al.*

doi:10.1038/s41586-020-2405-7



الشكل أسفله | تقديرات عدد الإصابات والوفيات، وعدد التكاثر المتغير مع الزمن (Rt) على مستوى كل دولةٍ من دول فرنسا، وإيطاليا، وإسبانيا، والمملكة المتحدة. يمثل الجزء الأيسر من الشكل عدد الإصابات اليومية، حيث تعبر الأعمدة البُنية عن عدد الإصابات المُبلَّغ عنها. وتُعبِّر النطاقات الزرقاء عن عدد الإصابات المُتوقَّع؛ وفيها يدل الأزرق الداكن على مجال ثقة بايزي، قيمته 50%، ويعبر الأزرق الفاتح عن مجال ثقة بايزي، قيمته 95%. وينخفض عدد الإصابات اليومية المُقدَّر في نموذج الباحثين فورًا عقب تطبيق أيٍّ من التدخلات، إذ يفترضون أنَّ هذه التدخلات تجعل جميع الحالات المصابة أقل نقلًا للعدوى على الفور. وإذا زاد عدد التكاثر (Rt) عن 1 بعد ذلك، فسوف يبدأ عدد الإصابات في الارتفاع من جديد. أمَّا الجزء الأوسط من الشكل، فيمثل عدد الوفيات اليومية، حيث تُعبِّر الأعمدة البُنية عن عدد حالات الوفاة المُبلَّغ عنها، وتُعبِّر النطاقات الزرقاء عن عدد حالات الوفاة المُتوقَّع؛ حيث يُعبر عن مجالات الثقة البايزية على نحو مكافئ لصورة التعبير عنها في الجزء الأيسر من الشكل. أما الجزء الأيمن، فيُمثِّل عدد التكاثر المتغير مع الزمن، حيث يعبر الأخضر الداكن عن مجال ثقة بايزي، قيمته 50%، والأخضر الفاتح عن مجال ثقة بايزي، قيمته 95%. وتشير الرموز إلى التدخلات، مُمثَّلةً على الشكل عند الموعد الذي بدأ تطبيقها فيه.

جسم مضاد لفيروس "سارس-كوف" يقي من "كوفيد-19"

يُعَد فيروس كورونا الجديد، المسبب للمتلازمة التنفسية الحادة الوخيمة من النوع الثاني "سارس-كوف-2" SARS-CoV-2، هو أحدث أفراد عائلة فيروسات كورونا، وهو المسؤول عن الجائحة الحالية لمرض "كوفيد-19"، التي أسفرت -حتى يوم السادس من مايو الماضي- عن إصابة أكثر من 3.7 مليون شخص، وأَوْدَتْ بحياة 260 ألفًا. وفي هذا الصدد، تحظى جهود اكتشاف اللقاحات والعلاجات بأهمية بالغة، من أجل الحد من التفشِّي الوبائي لهذا الفيروس حيوانيّ المنشأ. ومن المعلوم أن البروتين السكري الشوكي لهذا الفيروس هو ما يساعد على دخوله إلى الخلايا المضيفة، ومن ثمَّ فإنه يُعَد الهدف

الرئيس للأجسام المُضادة التي تسعى إلى تحييده.

وفي هذا البحث المنشور، يقدم الباحثون توصيفًا لعددٍ من الأجسام المضادة أحادية النسيلة، التي تستهدف هذا البروتين السكري الشوكي؛ وهي أجسام مضادة، كشفها الباحثون من خلال الخلايا البائية الذاكرة الخاصة لدى شخصٍ أُصيبَ في عام 2003 بفيروس كورونا المسبب للمتلازمة التنفسية الحادة الوخيمة "سارس-كوف" SARS-CoV. وتبيَّن للباحثين أن أحد أنواع هذه الأجسام المضادة، وهو المعروف باسم S309، يُحيِّد بفعاليةٍ الفيروسات الزائفة الشبيهة بفيروسَي "سارس-كوف-2"، و"سارس-كوف"، فضلًا عن تحييد فيروس "سارس-كوف-2" نفسه، وذلك عن طريق الاشتباك مع نطاق الارتباط بالمستقبِل في البروتين السكري الشوكي. وباستخدام الفحص المجهري الإلكتروني فائق البرودة، وتحليلات الارتباط، أوضح الباحثون أنَّ هذا النوع من الأجسام المضادة يتعرَّف على موضع ارتباط بعينه، يحتوي على جليكان لم يتغير عبر التطور في أنواع فيروسات كورونا المنتمية إلى الجنس الفرعي *Sarbecovirus*، وذلك دون حدوث تعارُض بين الأجسام المضادة المذكورة، وبين عملية ارتباط البروتين بالمستقبِل. وتبين أنَّ توليفات الأجسام المضادة، التي تجمع بين الأجسام المضادة من نوع S309، وأجسامٍ مضادة أخرى اكتشفها الباحثون، قد حسَّنت من عملية تحييد فيروس "سارس-كوف-2"، وربما تحدّ تلك التوليفات من نشأة الفيروسات الطافرة التي تفْلِت من عملية التحييد.

من شأن هذه النتائج أن تمهِّد الطريق أمام استخدام الأجسام المضادة من نوع S309، وكذلك توليفات الأجسام المضادة المحتوية عليه، لوقاية الأشخاص الأكثر عُرضة للإصابة للعدوى، أو كعلاج بعد إصابتهم بها، بغرض الحدّ من تطوُّر المرض، أو علاجه.

D. Pinto *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2349-y

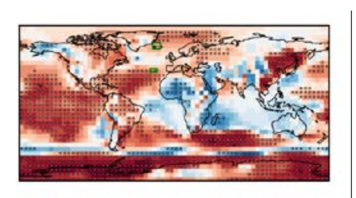
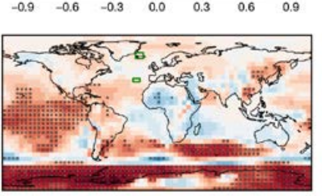
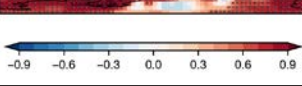
تنبؤ أفضل بمناخ شمال المحيط الأطلسي

يلعب قياس الإشارات المناخية والجوانب غير المؤكدة في نماذج المناخ دورًا جوهريًّا في رصد تغير المناخ، والوقوف على أسبابه، والتنبؤ به، وفي التوقعات الخاصة به، المستنِدة إلى النماذج المناخية. وبالرغم من أن مستوى التوافق بين النماذج المناخية مرتفعٌ فيما يخص الإشارات المتعلقة بدرجات الحرارة المُقاسة على نطاق واسع، إلا أن التغيرات الديناميكية في دوران الغلاف الجوي غير مؤكدة إلى حد كبير، وهو ما يؤدي إلى انخفاض مستوى الثقة في توقعات النماذج المناخية الإقليمية على مدار العقود القادمة، لا سيما فيما يخص هطل المطر. كما يمكن أن تدل الطبيعة الفوضوية للنظام المناخي على أن الجوانب غير المؤكدة من الإشارات المناخية من غير المحتمل -بدرجة كبيرة- أن تقل. ومن جهة أخرى، يصعب التحقق من توقعات النماذج المناخية، إلى أن يُتاح المزيد من عمليات الرصد.

في البحث المنشور، يُجْرِي الباحثون تقييمًا للتنبؤات الماضية التي قدمتها نماذج المناخ في العقود الستة الأخيرة، ويبينون أن التغيرات العِقدية في المناخ الشتوي لشمال الأطلسي يمكن التنبؤ بها إلى حد كبير، بالرغم من عدم التوافق بين عمليات المحاكاة الفردية القائمة على نماذج المناخ، وضعف قدرة المخرجات الأولية للنماذج على التنبؤ. ومن الأهمية بمكان الإشارة إلى أن النماذج الحالية تقدر قيمة الإشارة القابلة للتنبؤ بها (النسبة التي يمكن التنبؤ بها من التغيُّر المناخي الكلي) للتذبذب في شمال الأطلسي (نمط التغير المناخي الرئيس في دوران الغلاف الجوي لشمال الأطلسي) بأقل من قيمتها بمقدار عشرة أضعاف. ومن ثم، فمقارنةً بالنماذج المثالية، تحتاج عناصر مجموعة التنبؤات التي تقدمها النماذج الحالية إلى أنْ تكون أكثر بمقدار 100 ضِعْف، لاستخلاص هذه الإشارة، التي تُقدَّر تأثيراتها على المناخ بأقل من حقيقتها، مقارنةً بعوامل أخرى. وللتغلب على جوانب القصور هذه، يستخدم الباحثون إحدى تقنيات ما بعد معالجة البيانات، تتكون من مرحلتين. ففي البداية، يعمل الباحثون على ضبط تبايُن متوسط مجموعة تنبؤات تذبذب شمال الأطلسي، بحيث يضاهي التباين المرصود للإشارة القابلة للتنبؤ بها. وبعد ذلك، لا يختار الباحثون ولا يستخدمون إلا عناصر مجموعة التنبؤ التي يقارب فيها تذبذب شمال الأطلسي بالقدر الكافي متوسط مجموعة تنبؤات تذبذب شمال الأطلسي، الذي خضع تَّباينه للضبط.

يحقق هذا النهج تحسنًا كبيرًا في التنبؤات العِقدية الخاصة بالمناخ الشتوي في أوروبا، وشرق أمريكا الشمالية. وفضلًا عن ذلك، تتحسن التنبؤات الشاملة لعدة عقود، الخاصة بالتغير المناخي في الأطلسي، وهو ما يشير إلى أن التغير المناخي في شمال الأطلسي على مدار عقود عدة ليس السبب الوحيد وراء ظاهرة تذبذب شمال الأطلسي. وتسلط نتائج الباحثين الضوء على الحاجة إلى فهم السبب وراء التضاؤل الشديد في نسبة الإشارة إلى الضجيج في نماذج المناخ الحالية، وإلى أيّ مدى سيسهم تصحيح هذا الخلل في النماذج في الحد من الجوانب غير المؤكدة في توقعات النماذج الإقليمية لتغير المناخ على نطاقات زمنية تزيد على العَقد.

D. Smith *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2525-0

الشكل أعلاه | براعة التنبؤات العِقدية بمتوسط الضغط عند سطح البحر في الشتاء الشمالي (من ديسمبر إلى مارس). الصور من أ إلى ج: درجة البراعة الخاصة بمتوسط مجموعة تنبؤات متعددة النماذج عن فترة من عامين إلى تسعة أعوام، مقاسة باستخدام مُعامل ارتباط الانحراف (ACC)، (في الصورة أ)، ومتوسط مربع درجة البراعة (MSSS)، (في الصورة ب)، ومتوسط مُعامل ارتباط الانحراف لمتوسط مجموعة مؤلفة من 10 عناصر تنبؤ (محسوبًا عبر 1000 عينة عشوائية)، (في الصورة ج). الصورة د، نسبة العناصر القابلة للتنبؤ بها (RPC) . لم تُحسَب نسبة العناصر القابلة للتنبؤ بها حينما يكون الارتباط سلبيًّا. ويبين التنقيط المَواضع التي يختلف فيها معامل ارتباط الانحراف، أو متوسط مربع درجة البراعة اختلافًا كبيرًا عن الصفر، أو المواضع التي تكون فيها نسبة العناصر القابلة للتنبؤ بها أكبر من واحد (مجال ثقة 95%). وتبين المربعات الخضراء المناطق المستخدَمة لحساب تذبذب شمال الأطلسي (NAO).

فهم أفضل لتنظيم الجينومات في البشر والفئران ووظائفها

يحتوي كل من جينومات البشر وجينومات الفئران على تعليمات تحدد طبيعة الأحماض النووية الريبية (RNAs) والبروتينات المُنتَجة، وتتحكم في توقيت إنتاجها، وحجمه، وسياقه الخلوي. ومن أجل توصيف أفضل لهذه العناصر، عملت المرحلة الثالثة من مشروع موسوعة عناصر الحمض النووي (المعروف اختصارًا باسم ENCODE) على توسيع نطاق تحليل المخزون الذي تنطوي عليه الخلايا والأنسجة من عمليات نسخ الحمض النووي الريبي، ومن البِنى الكروماتينية، وعمليات تعديل هذه البنى، وعمليات مَثْيلة الحمض النووي، وتكوين حلقات الكروماتين، والبروتينات المرتبطة بالحمض النووي الريبي وعمليات إشغال عوامل النَّسخ. وفي البحث المنشور، يوجز الباحثون هذه الجهود التي تكلَّلت بإنتاج 5992 مجموعة بيانات تجريبية جديدة، تشمل العمليات الممنهجة لحسم المصير الجيني على مدار نمو أجنة الفئران. وجميع هذه البيانات متاحة عبر بوابة بيانات المشروع (http://www.encodeproject.org)، بما فيها بيانات المرحلة الثانية من المشروع، وبيانات مشروع "رود ماب إيبيجينومكس" Roadmap Epigenomics. وقد وضع الباحثون سجلًّا للعناصر (المناطق) غير المرمِّزة من الحمض النووي، التي يُحتمل تنظيمها لعملية نسخ الجينات المجاورة لها، بلغت 926,535، و339,815 عنصرًا في البشر والفئران على الترتيب، وهما عددان يمثلان نسبةً قوامها 7.9%، و3.4% من جينوم كل منهما على الترتيب، وذلك من خلال الجمع بين أنواع منتقاة من البيانات ذات الصلة بالتنظيم الجيني. كما أنشأ الباحثون خادم ويب (SCREEN;) (http://screen.encodeproject.org)، لإتاحة الوصول المرن والمُحدَّد من قِبل المستخدم إلى هذا المرجع. وإجمالًا، توفر بيانات المشروع وذلك السجل مصدرًا

هائلًا للمعلومات يُمكِّن المجتمع العلمي من الوصول إلى فهم أفضل لتنظيم الجينومات في البشر والفئران، ووظائفها.

The ENCODE Project Consortium
doi:10.1038/s41586-020-2493-4

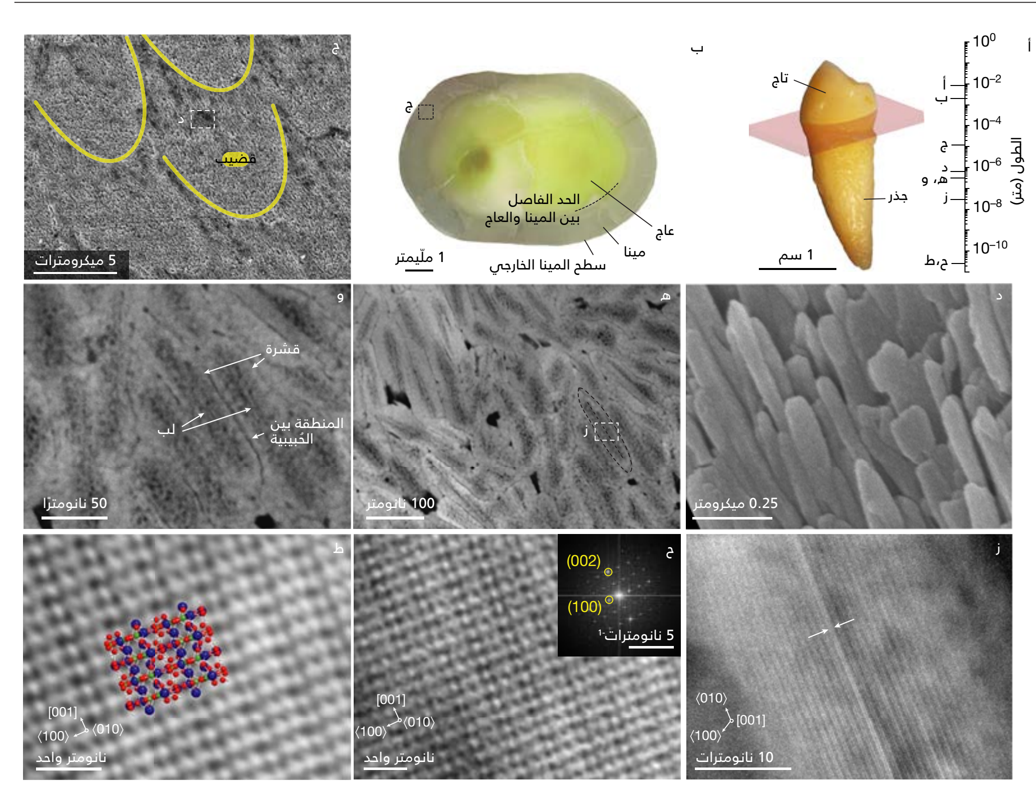
التدرُّجات الكيميائية في بلُّورات مينا الأسنان البشرية

تُعَد طبقة المينا أحد المكونات الأساسية للأسنان، وقد تطورت لتتحمل قوى المضغ الكبيرة، وتقاوم الإجهاد الميكانيكي، وتتحمل التآكل على مدار عقود، غير أنَّ مشكلات الأسنان المصاحِبة للنمو أو التسوس (نخر الأسنان) ينتُج عنها فقدان لطبقة المينا، أو عجزها عن أداء وظيفتها، وهو ما يؤثر على صحة الإنسان وجودة حياته، مع ما يرتبط بذلك من تكلفة يتكبدها المجتمع. وعلى الرغم من أنَّ العقد الماضي قد شهد تقدمًا في فهمنا لتكوُّن طبقة المينا على الأسنان، والخواص الوظيفية للمينا مكتملة النمو، لم تُسفر محاولات إصلاح المناطق المتضررة في المينا، وكذلك محاولات تخليقها مَخبريًّا، سوى عن نجاحٍ محدود. وإنما يرجع ذلك -في جانبٍ منه- إلى بِنْيتها شديدة التراتبية، وتعقيداتٍ أخرى تنشأ عن التدرُّجات الكيميائية بها.

وفي هذا البحث المنشور، يوضح الباحثون -من خلال التصوير الكمِّي الذري، وتقنيات التحليل الطيفي الترابطي- أنَّ البلورات النانوية لمركّب هيدروكسيل الأباتيت ($Ca_5(PO_4)_3(OH)$)، وهي الوحدات البنائية الأساسية للمينا، تتكون من طبقتين نانومتريتين غنيتين بالماغنسيوم، تقعان على جانبي لُبّ غنيّ بأيونات الصوديوم، والفلوريد، والكربونات، ويُحاط هذا اللُّب الشبيه بالشطيرة بقشرةٍ ذات تركيزٍ منخفض من العيوب الإحلالية. وثمة نموذجٌ ميكانيكي قائم على كل من حسابات نظرية الكثافة الوظيفية، وبيانات حيود الأشعة السينية، يوضح أنَّ الإجهادات المتبقية في المينا تنشأ عن التدرُّجات الكيميائية، وبذا، يتفق النموذج مع عملية الانحلال التفضيلي للُّب البلوري في الأوساط الحمضية. وإضافةً إلى ذلك، قد تُؤثِّر الإجهادات على المرونة الميكانيكية للمينا.

وهكذا، فإنَّ وجود هاتين الطبقتين الإضافيتين في البِنْية التراتبية للمينا يطرح إمكانية تطوير نموذجٍ جديد للتحكم البيولوجي في نموِّ البلورات أثناء تكوُّن المينا، ويُلمِح إلى وجود نتائج لذلك تتعلق بالحفاظ على الواسمات الحيوية أثناء عملية نمو الأسنان.

D. Joester *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2433-3



الشكل أسفله | البنية التراتبية لطبقة مينا الأسنان لدى البشر. (أ) على اليسار، توجد مقاييس طولية لطبقة المينا في طاحنٍ بشري (توضح مقاييس الصور من "أ" إلى "ط")، أما على اليمين، فتوجد صورة بصرية للطاحن. **(ب)** مقطعٌ موازٍ للمستوى العنقي نصف الإكليلي للطاحن (يُشار إليه باللون الوردي في الشكل "أ")، مُحدَّد فيه السطح الخارجي للمينا (EES)، والحد الفاصل بين المينا وعاج الأسنان (DEJ). **(ج)** صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح لمقاطع عرضية لقضبانٍ من المينا على شكل ثقوب مفاتيح في مينا خارجية متآكلة بفعل حمض اللاكتيك، وموقع الصورة موضح داخل مربع في الشكل "ب". (د) صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح لبلورات هيدروكسيل الأباتيت. **(هـ)**، و**(و)**، و**(ز)** صور بالمجهر الإلكتروني النافذ الماسح بطريقة التصوير الحلقي مظلم الخلفية، وبدرجة تكبير أعلى، توضح مقطعًا عرضيًّا لبلورات المينا، موازٍ تقريبًا للاتجاه البلوري [001] (موضح في الشكل "ز"). وتشير الأسهم في الشكل "و" إلى المنطقة بين الحُبيبية الواقعة بين البلورات، ومنطقتي القشرة واللُّبّ فيها. ويبدو الخط الداكن الأوسط (CDL) في الشكل "ز" (مُشارٌ إليه بالأسهم) ساطعًا في التصوير الحلقي مظلم الخلفية. **(ح)** صورة شبكية بالمجهر الإلكتروني النافذ الماسح فائق البرودة، بطريقة التصوير الحلقي مظلم الخلفية، توضح بلورة في اتجاهٍ موازٍ للاتجاه البلوري [010] (مُدرَجة داخل الصورة الأكبر، ومُنتَجة بخوارزمية تحويل فورييه السريع FFT). **(ط)** صورة مُكبَّرة للشكل "ح"،تشتمل على تمثيلٍ تخيُّلي لخلية فائقة من هيدروكسيل الأباتيت، أبعادها 2 x 2 x 2 خلايا وحدة (يظهر فيها الكالسيوم باللون الأزرق، والأكسجين باللون الأحمر، والفوسفور باللون الأخضر؛ والهيدروجين باللون الأبيض).

الكشف عن خلل مناعي في الإصابات الحادة بمرض "كوفيد-19"

طرحَتْ الدراسات الحديثة أفكارًا مهمة بشأن الآلية البيولوجية المَرَضية لمرض "كوفيد-19" COVID-19، الذي يُسبِّبه فيروس كورونا الذي ظهر في عام 2019، غير أن الارتباطات الطولية المناعية لتبعات المرض لا تزال غير واضحة.

وفي البحث المنشور، يُجرِي العلماء تحليلات متسلسلة للاستجابات المناعية لدى 113 مريضًا، يعاني بعضهم إصابة طفيفة بمرض "كوفيد-19"، ويعاني البعض الآخر إصابة حادَّة. وقد أظهرت الصورة المناعية لهذه الحالات زيادةً عامة في سلالات الخلايا الفطرية، مصحوبة بانخفاض في عدد الخلايا التائية. ورصد الباحثون وجود ارتباط بين الارتفاع المبكر في مستويات السيتوكينات، وظهور تبعات للمرض أشد حدَّة. فعقب حدوث زيادة مبكرة في السيتوكينات، أظهر المرضى الذين يعانون إصابة طفيفة بالمرض انخفاضًا متزايدًا في النوع الأول من الاستجابات المناعية (المضادة للفيروسات)، وكذلك النوع الثالث منها (المضادة للفطريات). وعلى النقيض، حافظ المرضى الذين يعانون إصابات حادة على استجابات مرتفعة على امتداد مسار المرض.

وإضافة إلى ذلك، لوحظ أنَّ الإصابات الحادة بمرض "كوفيد-19" تصحبها زيادة في العديد من المُستجيبات من النوع الثاني (المضادة للديدان الطفيلية)، بما في ذلك إنترلوكين-5 (IL-5)، وإنترلوكين-13 (IL-13)، وكذلك الجلوبولين المناعي من النوع E، واليوزينيات (الخلايا الحمضية). وقد حدَّد تحليلٌ عنقودي غير خاضع للإشراف أربع بصمات مناعية، تتمثل في: أ) عوامل نمو، ب) سيتوكينات من النوع الثاني أو الثالث، ج) سيتوكينات مختلطة من الأنواع الأول والثاني والثالث، د) كيموكينات ارتبط وجودها بثلاثة مسارات متمايزة للمرض.

وقد تعزَّزت الخصائص المناعية لدى المرضى الذين تعافوا من الإصابة الطفيفة بمرض "كوفيد19-"، وذلك في التوقيع المناعي (أ) الخاص بعامل النمو الترميمي للأنسجة، في حين أن الأشخاص الذين عانوا إصابات حادة بالمرض ظهرت لديهم مستويات مرتفعة من التوقيعات المناعية الأربعة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وهكذا، استطاع الباحثون تحديد صورة للاستجابات المناعية سيئة التكيف، التي ترتبط بالإصابة الحادة بمرض "كوفيد-19" وكذلك سوء النتائج الإكلينيكية، إضافةً إلى توقعات مناعية مبكرة ترتبط بمسارات متمايزة لهذا المرض.

C. Lucas *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2588-y

دمْج واسع النطاق لذرات اصطناعية في دوائر فوتونية هجينة

يُعَد توزيع التشابك الكمي عبر العديد من البِتات الكمية التي يمكن التحكم فيها فرديًّا تحديًا رئيسًا يعترض تطوير الحواسيب الكمية، والشبكات الكمية طويلة المدى.

وقد برزت مراكز الألوان في الماس، بوصفها بتات كمية رائدة تتصرف كـ"ذرات اصطناعية" ذات حالة صلبة، لأنها تتيح حدوث التشابك الكمي عن بُعد عند الحاجة إليه، كما تتيح تحكمًا متسقًا في أكثر من عشرة بتات كمية إضافية، على امتداد أزمنة اتساق موجي، تُقاس مدتها بالدقائق، إضافة إلى إتاحتها لاتصالات كمية مُحَسَّنة الذاكرة.

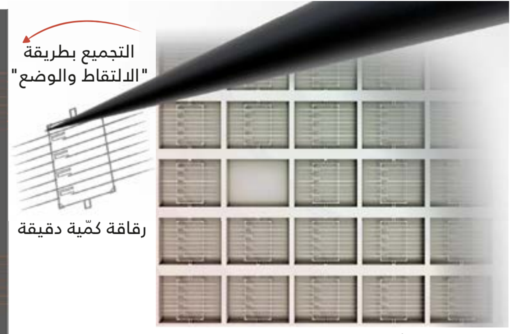
من هنا، تتمثل الخطوة الحاسمة التالية في دمج أعداد كبيرة من الذرات الاصطناعية مع بنى فوتونية، من أجل الوصول إلى أنظمة معالَجة معلومات كمية واسعة النطاق، لكن هذه الجهود تعثرت حتى الآن بسبب عدم تجانس البتات الكمية، وانخفاض إنتاجية هذه الأنظمة، ومتطلباتها المعقدة.

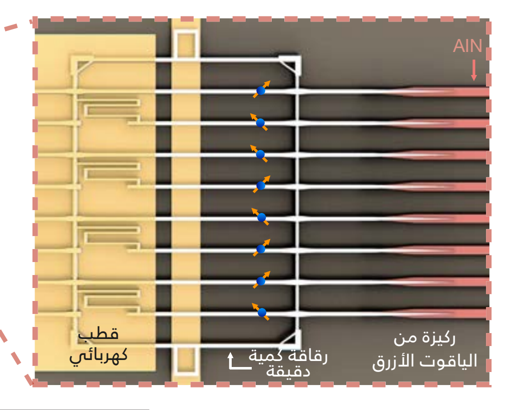
وفي البحث المنشور، يقدم الباحثون عملية دمج غير متجانس عالي الإنتاجية لـ"رقائق كمية دقيقة" – هي مصفوفات أدلة موجية من الماس، تحتوي على مراكز ألوان شديدة الاتساق الموجي– على دائرة فوتونية متكاملة (PIC).

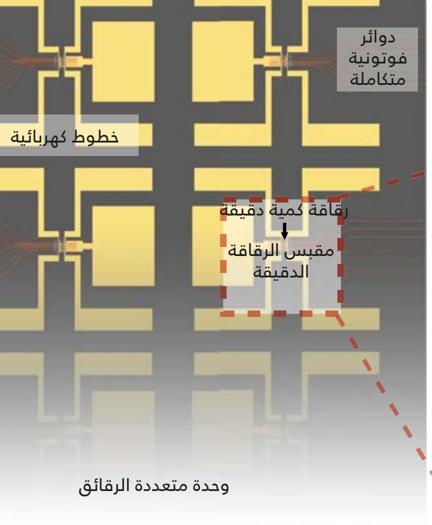
ويستخدم الباحثون هذه العملية لتصميم مصفوفة خالية من العيوب -تحتوي على 128 قناة، وتتكون من مراكز ألوان تقع في فراغات الجرمانيوم وفراغات السيليكون- على دائرة فوتونية متكاملة من نيتريد الألومنيوم. ويكشف قياس طيف التألق الضوئي عن خطوط طيفية ضوئية مستقرة، وطويلة المدى، ذات متوسط عرض محدود بتردد يبلغ 54 ميجاهرتز، (أو 146 ميجاهرتز) في فراغات الجرمانيوم (أو فراغات السيليكون) الباعثة للفوتونات، وبالقرب من خطوط الطيف محدودة العمر، التي يبلغ ترددها 32 ميجاهرتز (بتردد قيمته 93 ميجاهرتز).

ويوضح الباحثون أن عدم تجانس عمليات الانتقال الضوئية الخاصة بكل مركز لون يمكن تعويضه موضعيًّا عن طريق الضبط المتكامل لهذه العمليات فوق تردد 50 جيجاهرتز، دون تدهور عروض خطوط الطيف. وتجدر الإشارة إلى أن امتلاك القدرة على تجميع أعداد كبيرة من الذرات الاصطناعية التي لا يمكن تقريبًا تمييزها عن بعضها البعض، والقابلة للضبط والموالفة في صورة دائرة فوتونية متكاملة مستقرة الطور،هو خطوة رئيسة نحو تصميم مُكرِّرات إرسال متعدد كمّية، وكذلك مُعالِجات كمية متعددة الأغراض.

N. Wan *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2441-3







الشكل أعلاه | دمج قابل للتوسع للذرات الاصطناعية مع الفوتونات. يعمل التصنيع المنفصل للمكونات الفرعية قبل تجميعها النهائي على زيادة إنتاجية الرقاقة الضوئية الهجينة الباعثة للفوتونات، وكذلك زيادة حجمها، وتحسين أدائها إلى أقصى درجة ممكنة.وتعمل طريقة "الالتقاط والوضع" على نقل الرقائق الكمّية الدقيقة التي جرى فحصها مسبقًا من رقاقة الماس الأصلية التي ضمتها إلى مقبس يحتوي على واجهات فوتونية تتسم بالكفاءة، إضافة إلى أسلاك كهربائية للتحكم في مراكز الألوان.

تفشي "سارس-كوف-2" في بلدية فو الإيطالية

في الواحد والعشرين من فبراير الماضي، توفي أحد قاطني بلدية فو، وهي بلدة صغيرة تقع بالقرب من مقاطعة بادوفا الإيطالية، متأثرًا بإصابته بالتهاب رئوي، تَسبَّب فيه فيروس "سارس-كوف-2" SARS-CoV-2. كانت هذه أول حالة وفاة ناجمة عن مرض "كوفيد-19" COVID-19، تُرصد في إيطاليا منذ الإبلاغ عن تفشِّي فيروس "سارس-كوف-2" في مدينة ووهان بمقاطعة هوباي الصينية. وإزاء تلك الواقعة، فرضت سُلطات المقاطعة إغلاقًا على البلدية بأكملها لمدة 14 يومًا.

في البحث المنشور، جمع الباحثون معلومات عن التركيبة الديموجرافية، والأعراض الإكلينيكية الأولية، والرعاية الطبية المقدمة بالمستشفيات، وشبكة المخالطين للمرضى، وكذا عن رصد "سارس-كوف-2" في مسحات بلعومية أنفية لغالبية سكان البلدة (بنسبة 85.9%، و71.5% من السكان فو في مرتين متعاقبتين).

وقد توصل الباحثون في الدراسة الأولى، التي أُجريت مع بداية فرض إجراءات الإغلاق على البلدة، إلى أن انتشار العدوى بلغَتْ نسبته 2.6% (بمجال ثقة يصل إلى 95% للنسبة التي تتراوح بين 2.1%، و3.3%). أما في الدراسة الثانية، التي أُجريت في نهاية فترة الإغلاق، فقد قدَّر الباحثون أن العدوى منتشرة بنسبة 1.2% (بمجال ثقة 95% للنسبة التي تتراوح بين 0.8%، و1.8%).

ومن بين حالات الإصابة المؤكَّدة المكتشَفة ضمن الدراستين المذكورتين، لاحظ الباحثون أنَّ 42.5% من المصابين (بمجال ثقة 95% للنسبة التي تتراوح بين 31.5%، و54.6%) لم تظهر عليهم أية أعراض (سواء عند أخذ المسحة، أو فيما بعد). وكان الوسط الحسابي للفاصل الزمني التسلسلي 7.2 يومًا (بمجال ثقة 95% للمعدَّل الذي يتراوح بين 5.9، و9.6 يوم).

ولم يرصد الباحثون أي اختلاف ذي دلالة إحصائية في الحِمل الفيروسي لدى الحالات التي تظهر عليها الأعراض، مقارنةً بالحالات التي لا تظهر عليها الأعراض. وكانت القيمة الاحتمالية0.62، و0.74 بالنسبة إلى جينات E، وجينات بوليميريز الحمض النووي الريبي المعتمد على الحمض النووي الريبي RdRp على الترتيب، وذلك بتطبيق اختبار "ويلكوكسون – مان – ويتني" الدقيق.

تسلط هذه الدراسة الضوء على معدلات حدوث الإصابة بفيروس "سارس-كوف-2" دون ظهور أعراض. كما تكشف عن قدرة الفيروس على إحداث العدوى (وفق قياسها، استنادًا إلى الحِمل الفيروسي)، وتسهم في فهم ديناميكيات انتقال العدوى، وفعالية التدابير الوقائية التي تطبقها الحكومات.

E. Lavezzo *et al.*
doi:10.1038/s41586-020-2488-1

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مهن علمية



ارسل قصة مسيرتك المهنية
إلى: Naturecareerseditor@
nature.com



ADAPTED FROM GETTY

البحث عن خطةٍ للانسحاب من المجال الأكاديمي

تدفع جائحة كورونا بعض الباحثين ممن هم في مقتبل مسيراتهم المهنية إلى إعادة النظر في طموحاتهم بشغل المناصب الجامعية. **كريس وولستون**

قد لا تتضح التداعيات الكاملة لجائحة "كوفيد-19" على المهن العلمية إلَّا بعد سنوات، لكنَّ الثقة في المجال الأكاديمي كخيارٍ مهني تزعزعت بالفعل بسبب تعليق التوظيف بالجامعات، وغير ذلك من علامات الاضطراب الذي تشهده هذه المؤسسات. ففي الوقت الذي تحاول فيه الجامعات التأقلُم مع عالَم الجائحة، والصمود وسط ظروفه، تتجه أنظارُ عددٍ متزايد من طلاب درجة الدكتوراة، وغيرهم من الباحثين ممن هم في مستهل حياتهم المهنية، نحو وظائف الصناعة، والحكومة، والقطاعات الأخرى.

ولا نعلم عدد الباحثين الذين سيهجرون الوسط الأكاديمي في نهاية المطاف، سواء باختيارهم، أم بدافع الضرورة، لكن يتوقَّع مراقبو الوضع أن تشهد المهن العلمية تغيراتٍ ذات تبعات هائلة.

تقول ترايسي بوسولي، الاستشارية المهنية، ومدربة التنمية المقيمة في لندن، التي تتعاون مع جامعات في المملكة المتحدة وبقية أوروبا: "يرغب عددٌ متزايد من الأشخاص الذين يلجأون إليّ في ترك الوظائف الأكاديمية". وتضيف قائلة: "هم يفكرون في خطةٍ للانسحاب من المجال، لكنْ لا يعلمون كيف يحققون ذلك".

وأيًّا كان عدد الباحثين النازحين من الوسط الأكاديمي، سيكون عليهم أن يعدُّوا أنفسهم للتعامل مع طبيعة المشهد المهني الجديد الذي سيواجهونه، فمَن سيقررون منهم البحث عن وظائف في القطاع الصناعي ينبغي أن يتوقعوا مواجهة منافسةٍ شرسة، لكن باستطاعتهم اتخاذ خطواتٍ، كي يتميزوا عن جموع منافسيهم.

شواغل عالمية

انتشر التخوُّف من شغل الوظائف الأكاديمية حول العالم. ففي المملكة المتحدة، يمكن أن يفقد حوالي 30 ألف شخص وظائفهم في القطاع الجامعي، وفقًا لتقريرٍ أصدرته المؤسسة الاستشارية "لندن إيكونومكس" London Economics في شهر إبريل الماضي.

كما توقَّع تقريرٌ صدر في شهر مايو الماضي عن منظمة "يونيفرسيتيز أستراليا" Universities Australia أنَّ أكثر من 20 ألف شخصٍ سيخسرون وظائفهم الجامعية في النصف الثاني من العام الحالي. وعن ذلك، تقول إنجر ميوِرن -مديرة التدريب البحثي في الجامعة الوطنية الأسترالية بمدينة كانبرا، ومؤلفة المدونة الشهيرة "ثيسيز ويسبرر" Thesis Whisperer- إن كثيرًا من الباحثين ممن هم في مقتبل مسيراتهم المهنية في أستراليا "يعيشون حالة من الفزع". وتضيف قائلة: "سيضطر أناس إلى خوض كثيرٍ من المحادثات الصعبة، واتخاذ كثير من القرارات العصيبة". ويواجه الباحثون الذين يعملون في الوظائف الأكاديمية

بموجب عقودٍ قصيرة الأجل ضغوطًا أشد وطأة في هذا السباق. ومن هنا، تقول ميوِرن: "إذا عملتُ باحثةً في مرحلة ما بعد الدكتوراة، فسأنسحب من الوسط الأكاديمي في أسرع وقتٍ ممكن".

أما في ألمانيا، حيث يُعدُّ تباطؤ حركة التعيينات الجامعية -أو تعليقها تمامًا- أقل شيوعًا، كانت الأشهر القليلة الماضية بمثابة وقت للتدبر وإعادة النظر. وعلى سبيل المثال، خلال أشهر فَرْض إجراءات الإغلاق وتقييد الحركة في البلاد، عكفت سيسيل بيتي-عالمة البيولوجيا الجزيئية، وممثلة باحثي دراسات ما بعد الدكتوراة في مختبر البيولوجيا الجزيئية الأوروبي (EMBL) في مدينة هامبورج- على التواصل مع زملائها من باحثي ما بعد الدكتوراة، لتذكيرهم بأنَّ لديهم خياراتٍ أخرى متاحة غير الوظائف الأكاديمية. وتقول في ذلك الصدد: "في الواقع، ربما ستساعدهم الجائحة"، مُضيفةً أنَّهم إذا قرروا الآن التوجه إلى قطاع الصناعة، فلن يضطروا إلى قضاء عشر سنوات في إجراء دراسات ما بعد الدكتوراة، ليكتشفوا في نهاية المطاف أنَّه لا توجد وظائف أكاديمية ثابتة تلوح في الأفق.

وتقول بيتي -التي شارفت على الوصول إلى العام الأخير في تعاقدها كباحثة في مرحلة ما بعد الدكتوراة- إنَّها أدركت أنَّ المجال الأكاديمي لا يناسبها، حتى قبل أن تُنهي دراسة الدكتوراة في عام 2018 بجامعة توليدو في ولاية أوهايو الأمريكية. وتضيف أنّ الإحصاءات في هذا السياق ثَبَّطت من عزيمتها، فعددٌ كبير للغاية من باحثي ما بعد الدكتوراة كانوا يتنافسون على عددٍ محدود للغاية من الوظائف المُؤهِّلة للمناصب الأكاديمية الدائمة بالجامعات، وهو ما كان يؤدي بالكثيرين إلى أن يَعْلَقوا لسنواتٍ طويلة في وظائف لا مستقبَل لها. وما كان من الجائحة التي ضربت العالم، والركود الاقتصادي الناجم عنها، إلا أنْ عزَّزا اقتناعها هذا. ولا تعتقد بيتي أنها الوحيدة التي تتبنى هذا الفكر، حيث تقول: "يُدرِك طلاب الدكتوراة وباحثو ما بعد الدكتوراة أن فرصهم منعدمة" في المجال الأكاديمي، وتضيف قائلة: "وبالأخص في الوقت الحالي".

وتشير التجارب السابقة إلى أنَّ النقص في المناصب الجامعية الدائمة والوظائف المُؤهِّلة لها سيتفاقم للأسف في السنوات المقبلة. ولعل الركود الحاد الذي شهده العالَم في الفترة من عام 2007 إلى عام 2009 يوفر لنا درسًا قويًّا في هذا الصدد. فعلى سبيل المثال، تزامن هذا الكسادُ في الولايات المتحدة مع تحولٍ كبير نحو الوظائف المؤقتة. ووفقًا لتقريرٍ صادر عن مكتب محاسبة الحكومة الأمريكية، ففي الفترة من عام 2007، حتى عام 2011، تراجَع قليلًا عدد وظائف الدوام الكامل المؤهِّلة للمناصب الأكاديمية الدائمة في كل مؤسسة تعليم عالٍ. وزاد عدد وظائف الدوام الكامل المشروطة أو غير المُؤهِّلة للمناصب الأكاديمية الدائمة على مدار الفترة الزمنية نفسها بنسبة 20% تقريبًا، كما ارتفع عدد وظائف الدوام الجزئي بنسبة 14%.

وحتى إنْ وصلت معدلات النزوح من المجال الأكاديمي إلى مستوياتٍ غير مسبوقة، سيظل بإمكان الباحثين عن الوظائف التميُّز، حسبما يرى كريستوفر كاترين، خبير استراتيجيات التواصل، المُقيم في مدينة نيو أورليانز بولاية لويزيانا، ومؤلف الكتاب الذي سيصدر قريبًا تحت عنوان "الرحيل عن الوسط الأكاديمي" Leaving Academia. فأولًا، على النازحين من الوسط الأكاديمي أن يتعلموا كيفية تسليط الضوء على المهارات التي اكتسبوها خلال شغل وظائفهم الجامعية. ويضيف كاترين -في هذا الصدد- قائلًا: "بدلًا من إخبار الناس بما تفعله، أَطْلِعهم على كيفية قيامك به". فعندما يصف الأكاديميون أعمالهم، ينبغي لهم أن يركزوا على العمليات والنتائج المهمة لصاحب العمل. ويوضح كاترين كلامه قائلًا: "إذا كنتُ أتواصل مع شخصٍ من عالَم الأعمال، فلا أخبره بأنِّي كنتُ أُدرِّس لثلاثة صفوفٍ في الفصل الدراسي الواحد، لأنَّ هذه المعلومة لا تعني له شيئًا، بل أخبره بأنِّي جمعتُ للقسم 500 ألف دولار سنويًّا من عائدات التدريس".

تكوين العلاقات

تنشد بيتي إيجاد وظيفةٍ في القطاع الصناعي في أوروبا، وتحاول بالفعل تكوين شبكةٍ من العلاقات مع من يمكنهم مساعدتها. ومن بين جملة أنشطةٍ أخرى، تبحث عن وظائف شاغرة على شبكة "لينكد إن" LinkedIn الإلكترونية المهنية، لكن حاليًّا ينصَبّ تركيزها على العثور على موظفين بالشركات التي تثير اهتمامها، ممن قد يمكنها التحدُّث معهم، كي تتعلم المزيد عن العمل بتلك الشركات. كما تعتزم التواصل مع الأعضاء السابقين بفريق مختبر البيولوجيا الجزيئية الأوروبي، الذين انتقلوا إلى العمل بالقطاع الصناعي. وتقول عن خطواتها هذه: "سبيل الحصول على وظيفة هو تكوين العلاقات. ولا ينبغي لك أن تؤخر البدء في ذلك حتى تحتاج إلى وظيفة".

أمَّا ميوِرن، فترى أنَّ الباحثين الذين يواجهون صعوباتٍ في إيجاد وظائف خارج المجال الأكاديمي ربما يحتاجون إلى توسيع نطاق بحثهم. وقد عكفت هي وزملاؤها على استخدام تقنيات تعلُّم الآلة، لتحديد الوظائف الشاغرة التي قد تناسب مهارات شخصٍ يحمل درجة الدكتوراة. وتقول إنَّ حوالي 80% من الوظائف التي عثروا عليها حتى الآن لا تستهدف تحديدًا حملة الدكتوراة، وهو ما يعني أنَّ الباحثين عن الوظائف ستفوتهم تلك الفرص إذا كانوا يبحثون عن كلمة "دكتوراة" في قائمة متطلبات الوظائف. وتخطط ميوِرن في شهر أكتوبر المقبل لإطلاق خدمةٍ بِرُسُوم، تسمح للباحثين المشتركين فيها حول العالم بتصفح الوظائف الشاغرة التي تُحدِّدها الخدمة على أنَّها مناسِبةٌ لحملة الدكتوراة.

ومن ناحيةٍ أخرى، تقول بوسولي إنَّ حمَلة الدكتوراة لديهم سببٌ يدعوهم للتفاؤل، رغم المناخ الاقتصادي الحالي، وتوضح ذلك قائلة: "حملة الدكتوراة يملكون من المهارات ما يجعل أرباب العمل يرغبون بشدة في توظيفهم. ولأن قطاع الصناعة سوف ينطوي دائمًا على عمليات بحث وتطوير، ما عليهم سوى إقناع الآخرين بمهاراتهم، وخبراتهم". وتُذكِّر بوسولي كثيرًا الباحثين بأنَّهم يستطيعون التقدُّم إلى الوظائف، حتى إذا لم يستوفوا جميع متطلباتها. وتقول عن ذلك: "تبحث الشركات عن الإمكانات، والقدرة على التعلم بسرعةٍ كبيرة. والباحثون ممن هم في مقتبل مسيراتهم المهنية لديهم قَدْرٌ كبير من هذه المهارات".

وتشير بوسولي في النهاية إلى أنَّها ما زالت تُصادف الكثير من العلماء المبتدئين الذين ما زالوا مهتمين بشَغْل وظيفةٍ في المجال الأكاديمي. وتقول عن ذلك: "ثمة اختلافٌ كبير بين الواقع، وطموحات الناس. وأريد لهم أن يتحلُّوا بالمرونة، والانفتاح. وإنني أؤمن إيمانًا شديدًا بإمكانات حملة الدكتوراة، وأثق في قدراتهم على تجاوز هذه الأزمة".

كريس وولستون كاتب حر، يقيم في مدينة بيلينجز بولاية مونتانا الأمريكية.

العنصرية في الأوساط الأكاديمية، وضرورة عدم الاستهانة بالمواقف التافهة

لا بد أن نتحدى التحيزات المستترة، واللامساواة الهيكلية، مثلما نتحدى أفعال التمييز العنصري الواضحة. **كيفين إن. لالاند**

أشتغلُ بتدريس مادة الأحياء في إحدى الجامعات المرموقة في المملكة المتحدة، كما أنني عضو بأكاديمية وطنية. وحسب معظم المعايير، أعتبِرُ نفسي فردًا ناجحًا. إنني متصالح مع تراثي وثقافتي الهنديين، وفخور بهما، وكذلك بتراثي البريطاني. ورغم ذلك، فأنا -كأغلب أحوال الطلاب وأعضاء هيئة التدريس بالجامعة من السود والآسيويين والمنتمين إلى أقليات عرقية، والكثير منهم أقل حظًّا مني بمراحل — أجلب معي إلى الجامعة عبء تاريخي الشخصي.

نشأتُ في وسط إنجلترا، لأب هندي وأم إنجليزية. كان أبي واحدًا ضمن جموع غفيرة وفدت من شبه القارة الهندية في الفترة من خمسينيات إلى سبعينيات القرن العشرين، واستقرت في المنطقة. تُعَد هذه الحقبة فصلًا مشينًا في تاريخ بريطانيا، لِمَا شهدته من أحداث ضرب وإهانة وُجهت ضد الباكستانيين على أيدي عصابات عنيفة. وكان لقب "باكي" المهين، المشتق من "باكستاني"، يُطلق على أيّ شخص له جذور حقيقية أو متخيَّلة في شبه القارة الهندية.

لم يُطلق عليَّ هذا اللقب إلا مع التحاقي بالمدرسة الإعدادية في سن الحادية عشرة، إذ كنت أتحدث في الفصل بثقة، ما حدا بمجموعة من الصبية إلى أن يقرروا وضْع حدّ لهذا "الباكستاني المتحذلق"، وأوسعوني ضربًا مبرحًا بضع مرات، لكنّ الاعتداء الجسدي الذي تعرضتُ له كان تافهًا، مقارنةً بالتأثير النفسي العميق. فالمواقف

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ISABEL INFANTES/ANADOLU AGENCY/GETTY

المحتجون من حركة «حياة السود مهمة» يتظاهرون في لندن في يوليو 2020.

التي تتضمن استهزاء، أو سلوكًا متعاليًا، أو محاكاة صيحات القردة عند رؤية شخص أسود تراكم وتُحْدِث ضررًا مخربًا مع الوقت، بل إن تعليقًا واحدًا فحسب قد يكون مدمرًا. ومقابل كل تصرف عنصري واضح، ثمة عدد لا يُحصى من الأفعال المستترة التي يشك المرء في كونها عنصرية، لكنه يلقى صعوبة في إثبات شكوكه.

كنت أبالغ في التعويض عن نقاط ضعفي بطرق غريبة، كأنْ أتظاهر بأني لا أبالي، بل قد أُطْلِق المزاح العنصري، بغرض الاندماج مع مَن حولي. أستعيد تلك الذكريات الآن مستشعِرًا الحرج، لكنّ هذا النوع "من التحامل المستوعب داخليًّا" يُعَد شائعًا. فالآليات الدفاعية النفسية التي تجعلنا نصنف تجاربنا خطأً على أنها تافهة، بأنْ نقول لأنفسنا إنها "مجرد مواقف تافهة"، هي جزء من المشكلة. ففي مسألة العنصرية لا توجد "مواقف تافهة".

إن العنصرية الواضحة التي واجهتُها في ماضيَّ حل محلها الآن تمييز مستتر. فعلى مدار 30 عامًا، كنت أعاني من حقيقة أن بعضًا من الرواد المؤسسين في مجالي لا يزالون يُمجَّدون، وكأنّ آراءهم العنصرية والمروِّجة لنهج تحسين النسل شيء يُستهان به. (لم تقرّ جمعية دراسة التطور -التي يقع مقرها في سانت لويس ميسوري- هذه المشكلة إلا في عام 2020، إذ أعادت تسمية إحدى الجوائز التي تمنحها، كي تتجنب تلك الروابط مع شخصيات عنصرية). وهي خطوة أرحب بها، لكنني أخشى أنْ يَظَلّ الفهم العام لطريقة استبعاد الثقافات الأكاديمية بعض المجموعات عن غير قصد محدودًا جدًّا. فعلى مدار عقود، كنت أحضر المؤتمرات العلمية في أوروبا وأمريكا الشمالية، ولم أكَدْ ألْحَظ أيّ تمثيل للسود والآسيويين والأقليات العرقية فيها.

كان من الممكن أن أحقق نجاحًا أقل -على الأرجح- على المستوى الأكاديمي، لولا تعديل أبي اسم العائلة، كي يكتسب طابعًا إنجليزيًّا، إذ كان لقبه الأصلي "لالا"، ولذلك قرر تغييره؛ أملًا في أن يواجه أبناؤه تحاملًا أقل. وحتى اليوم، فإن الأشخاص الذين يحملون أسماء ترتبط بأقليات إثنية تقل كثيرًا فرص إجرائهم للقاءات عمل، وفقًا لتقرير صادر عن عالِمَي الاجتماع فالنتينا دي إستاسيو، وأنتوني هيث (see go.nature.com/2egysnh)، كما إنّ الباحثين من السود والآسيويين والأقليات العرقية يتلقون منحًا أقل وأصغر، مقارنة بأقرانهم من البيض.

مِن الواضح أن الأسماء لا تزال تلعب دورًا في التمييز في عام 2020. ورغم ذلك، لا تُطبَّق إجراءات إخفاء الاسم سوى على نحو عشوائي في الأوساط الأكاديمية. ومع ذلك أيضًا كانت البيئة الأكاديمية ملاذًا آمنًا لي، إلا أن آخرين كانوا أقل حظًّا مني، إذ كنت أسمع باستمرار عن حوادث تحرش بالطلاب من السود والآسيويين والأقليات العرقية عبر القطاع. إننا نخدع أنفسنا إذا ظننا أنه لا توجد تفرقة عنصرية في البيئة الأكاديمية، لأنّ نادرًا ما يَتلفّظ أحد بالشتائم العنصرية. فالإحصائيات تشير إلى أن السود والآسيويين والمنتمين إلى الأقليات العرقية مهمَّشون في الكثير من الجامعات البريطانية والأمريكية (لا سيما المعاهد الأعلى تصنيفًا، وفي المستويات الوظيفية العليا)، وأن أعضاء هيئة التدريس المنتمين إلى أقليات عرقية تقل احتمالية تَرَقِّيهم، مقارنة بأقرانهم من البيض، وأن ثمة فارقًا في الرواتب بين موظفي الجامعات من البيض ومن السود والآسيويين والأقليات العرقية (انظر: see Kalwant Bhopal's 2015 book *The Experiences of Black and Minority Ethnic Academics*). ومع الأسف، لا يزال كثيرون من الأكاديميين السود والآسيويين والمنتمين إلى أقليات عرقية في بريطانيا والولايات المتحدة يشعرون وكأنهم غرباء، وأنّ عليهم بلوغ معايير أعلى، لتحقيق مستوى النجاح نفسه لدى البيض (على حد قول بوبال).

ولكي يتحسن التنوع العرقي بجامعاتنا، لا بد من اتخاذ إجراءات تهدف إلى زيادة الوعي، وتقديم الدعم (انظر القسم المعنون بـ: "اقتراحات لتقليل العنصرية في الأوساط الأكاديمية"). إنها خطوات بسيطة، لكن تأثيراتها باقية. فسياساتنا ينبغي أن تسعى للتواصل مع المهمشين، وأن تمنحهم فرصًا، وأن تُمَكِّنهم من الوصول إلى أفضل أداء لهم.

من الأفضل اعتبار الأفعال ذاتها -لا الأشخاص- عنصرية. فكل تنميط، أو تهاون اجتماعي، أو عدوان مصغر يشيع اللامساواة، مثلما تشيعها كل حالة يتغاضى فيها المسؤولون عن ترقية أحد الأفراد، أو قبوله بأحد المعاهد، وكل حالة رفض جائر لطلب منحة.

الكثير منا -وأنا من بينهم- قد قضي وقتًا طويلًا ينظر إلى تجاربه على أنها أتفه مِن أنْ تستحق الشكوى، لكننا كنا مخطئين. لقد ساعدتني حركة "حياة السود مهمة" على إدراك ذلك. لا شك في أنّ معالجة الوحشية المدفوعة بأسباب عنصرية هي الأولوية، لكنّ هذا وحده لا يكفي، فلا بد أن نرفع جميعًا أصواتنا، ونتحمل المسؤولية في الجزء الذي ننتمي إليه من العالَم. فالعنصرية لن تُهزم إلا عندما يدرك الناس أن هذه "المواقف التافهة" لا يُستهان بها.

كيفين إن. لالاند شرح عن المؤلف والبريد الإلكتروني

اقتراحات لتقليل العنصرية في الأوساط الأكاديمية

رفع الوعي

- قَدِّمْ إلى طلاب الجامعات دورات تعليمية وتوجيهية عن العنصرية والتحيز ومزايا الفرق التي تتسم بالتنوع العرقي.
- أَتِح لأعضاء هيئة التدريس والطلاب فرصًا لخوض محادثات حول العنصرية، ورَحِّبْ بسماع تجاربهم.
- راجِعْ المناهج الدراسية، كي تتأكد من أن الأكاديميين السود والآسيويين والمنتمين إلى أقليات عرقية ممثَّلون بشكل عادل، وأنه لا توجد مجموعات تشعر بالتهميش.

تقديم الدعم

- حَدِّدْ إجراءات واضحة يجب على الأفراد اتباعها إذا أرادوا الإبلاغ عن تنمُّر أو تحامُل في بيئة العمل، وادعم الشاكِين.
- أَسِّسْ شبكات تجمع بين أعضاء هيئة التدريس والطلاب من السود والآسيويين والمنتمين إلى أقليات عرقية، ورَاعِ وجود مرشد من الأقليات في مراكز دعم الطلاب.
- احشد الجامعات، لمواجهة قضايا الفجوات في رواتب الأقليات، وفي ترقياتهم.

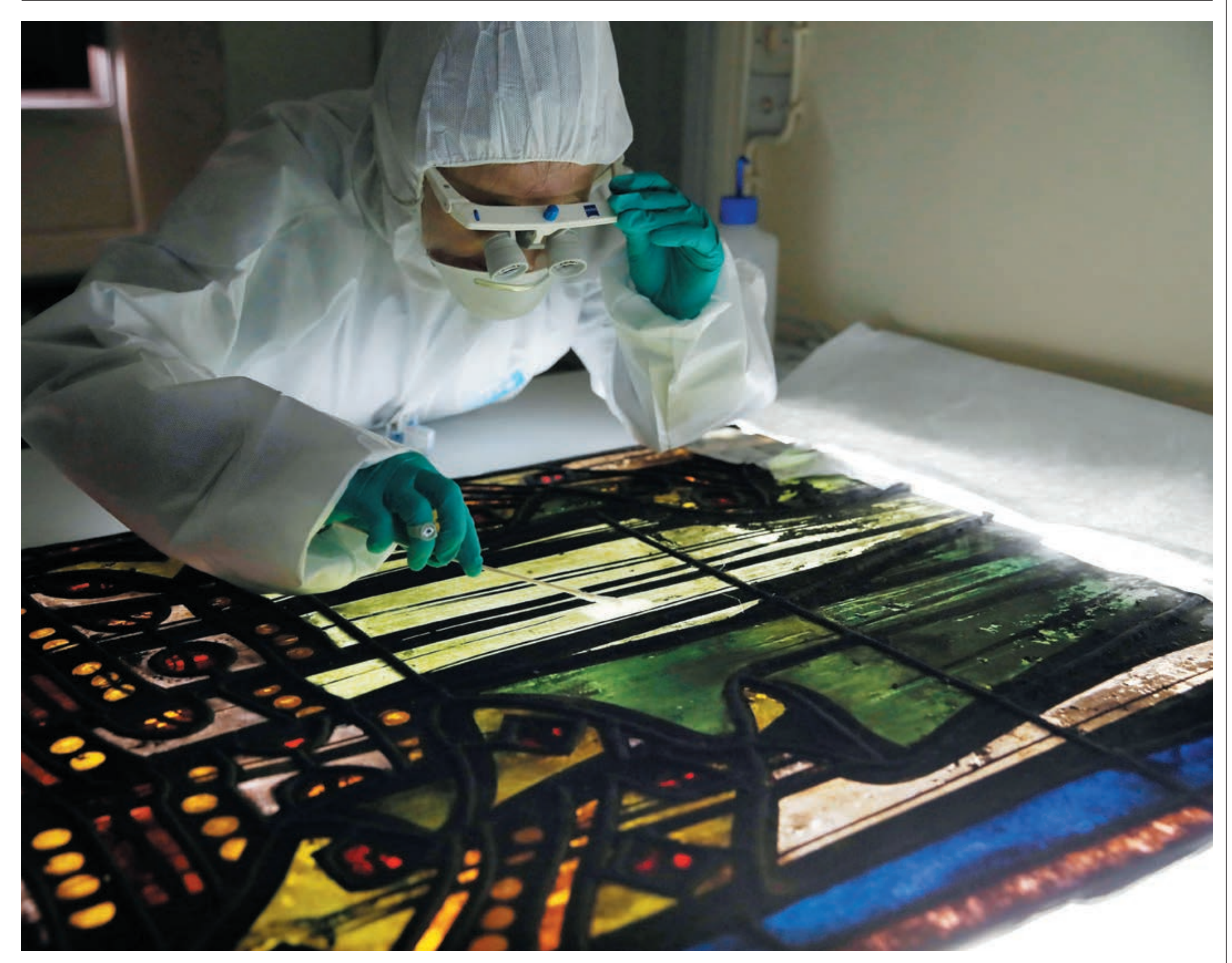
إتاحة الفرص

- ضع إجراءات توظيف تتسم بالشفافية والإحكام، لضمان أنْ تستهدف جميعُ إعلانات الوظائف الأقليات كذلك.
- اعتمِدْ إرشادات تختص بتنظيم مؤتمرات وورشات عمل تتسم بالتنوع العرقي.
- تأكد من وجود تمثيل للأقليات في لجان مقابلات العمل. وإذا لزم الأمر، استجلِبْ أعضاء من جامعة أخرى، وادفع لهم مقابل ذلك.

تسليط الضوء على النماذج الناجحة

- نظِّمْ محاضرة سنوية عامة رفيعة المستوى، يلقيها مُحاضِر من السود، أو الآسيويين، أو الأقليات العرقية.
- رشِّحْ الباحثين ذوي الجدارة من الأقليات العرقية للحصول على جوائز ودرجات شرفية.
- احشد الجامعات، لتعيين أعضاء هيئة التدريس من السود والآسيويين والأقليات العرقية في المناصب العليا.

ولمزيد من الاقتراحات وروابط المصادر، انظر: go.nature.com/3hftk1d. K.N.L



صورة بكاميرا فرانسوا موري / وكالة الأسوشيتيد بريس/شاترستوك

مكان عملي

كلودين لويزل

يُعَد الزجاج الملون خامة تسحر الألباب، سواء في الكنائس، أم المختبرات. أفحص هنا لوحة مأخوذة من كنز قومي فرنسي -ألا وهو كاتدرائية نوتردام في باريس- بعد أن دمره تقريبًا حريق شب في الخامس عشر من إبريل العام الماضي، وأتكئ على طاولة خفيفة في مختبر أبحاث الآثار التاريخية، محل عملي الواقع في غرب باريس، الذي أُغلق بسبب تفشي جائحة "كوفيد-19" COVID-19، ثم أُعيد فتحه في الثالث من يونيو الماضي.

أُمعِنُ النظر بانتباه شديد في التفاصيل التي تُظهِر رداء الملك ديفيد في هذه اللوحة التي رسمها تشارلز لوران ماريشال في القرن التاسع عشر، الذي ترى أعماله على الزجاج الملون داخل كاتدرائيات شتى في جميع أرجاء فرنسا. كانت هذه اللوحة قريبة للغاية من موضع الحريق، ولذلك أردنا أن نفحصها، للكشف عما قد يكون قد لحق بها من ضرر.

أرتدي معدات واقية، لحماية نفسي من احتمال التعرض لمادة الرصاص، فالإطار الذي يثبِّت زجاج اللوحة في مكانه محمَّل بهذا المعدن، لكنْ تبين أن خطر حدوث ذلك ضئيل، إذ يذوب الرصاص عند حوالي 328 درجة مئوية، في حين أن درجة حرارة نوافذ الكاتدرائية لم ترتفع قط إلى هذا الحد.

أستطيعُ أن ألحظ بعض التلف البسيط الذي لحق بهذا الزجاج، بما في ذلك بعض الشقوق الخفيفة والمستديرة التي تدل على تعرُّضه لصدمة حرارية. ومع ذلك، فبوجه عام، حالفنا الحظ إلى حد كبير. وإذ قام رجال الإطفاء بعمل رائع، لأنهم فطنوا إلى أن النوافذ قد تنفجر إذا ابتلت بالماء، وتمكنوا من السيطرة على الحريق، دون اللجوء إلى رشّها.

أدرس كيمياء الزجاج الملون على نطاق مجهري ونانوي، بوصفي متخصصة في سمات الزجاج. وتثير شغفي الخامات، وتطوُّر أساليب استخدامها. إنّ عليك أن تنظر بعين الاحترام إلى الفنان الذي يقف وراء العمل، عندما ترى قطعة من الزجاج تدهور بالكاد حالها على مدى مئات السنين، فهذا أمر يكاد لا يصدقه عقل، لكن للزجاج العديد من الأسرار.

وبعيدًا عن العِلْم، فإن أول ما يلفت الانتباه في الزجاج الملون هو جماله، وإنني لمحظوظة جدًّا لعملي في هذا المجال، كما إنني جزء من فريق مذهل من المؤرخين والقَيِّمين على الآثار واختصاصيي المواد، الذين يعملون على ترميم كاتدرائية نوتردام، وحمايتها، وإعادة فتحها في نهاية المطاف. بعد ذلك، سنحتفل معًا بكأس زجاجية من الشراب.

كلودين لويزل اختصاصية زجاج في مختبر أبحاث الآثار التاريخية في شامب سور مارن، فرنسا.

أجرى المقابلة: كريس وولستون.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية